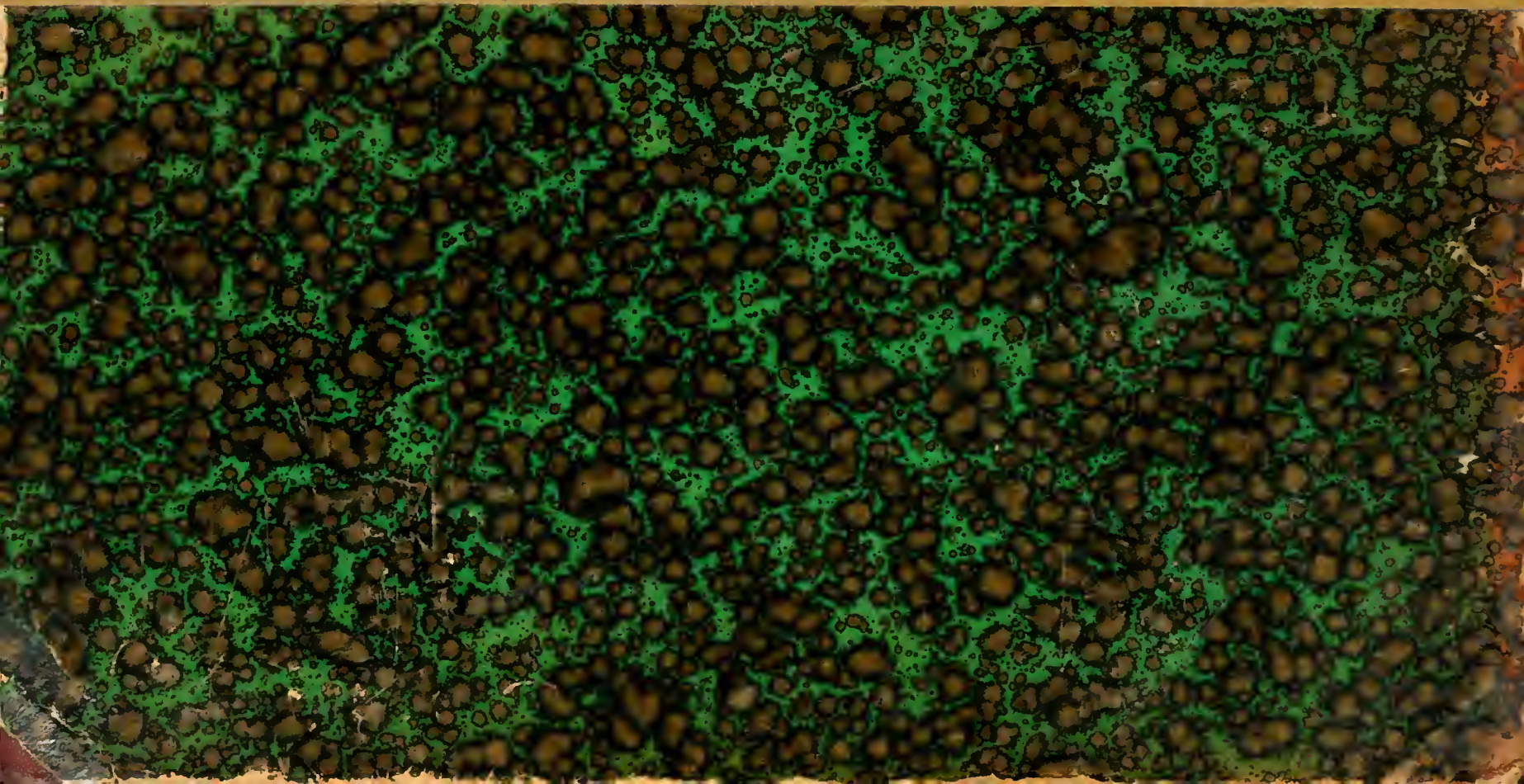


SHOUT
SHARE
IT

XB
.E73

v. 28
1910

THE • NEW • YORK • BOTANICAL • GARDEN
PRO SCIENTIA ATQUE POPULIQUE SALUTI
• 1891 •
LIBRARY

LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
Income Jesup Fund
1922
September 1899 R. W. Gibson Jnv.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

ACHTUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

BAND XXVIII.

MIT 17 TAFELN UND 47 TEXTABBILDUNGEN.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1910

LIBRARY

Sitzung vom 28. Januar 1910.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

La Garde, Roland, stud. phil. in **Prag II.** Weinberggasse 3a, Pflanzenphysiologisches Institut (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Seydel, Richard, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut in **Göttingen** (durch G. BERTHOLD und S. SIMON).

Jaccard, Dr. **Paul,** Professor der Botanik am eidgen. Polytechnikum in **Zürich,** Konkordiastr. 12 (durch C. SCHRÖTER und M. RIKLI).

Hill, A. W., M. A., Assistant-Director Royal Botanic. Gardens, Kew, 4 Branstone Road, **Kew** (durch F. W. OLIVER und L. KNY).

Hill T. G., A. R. C. S., Assistant-Professor of Botany in University College, London W.C. (durch F. W. OLIVER und L. KNY).

Hartmann, Dr. **Max,** Professor, Privatdozent der Zoologie an der Universität Berlin, in **Halensee,** Kronprinzendamm 10 (durch E. JAHN und P. CLAUSSEN).

Hansteen, Dr. **B.,** Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Aas** bei Christiania, Norwegen (durch L. KNY und P. MAGNUS).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Michel, Dr. **Ernst,** in **Göttingen.**

Seeger, Rudolf, in **Innsbruck.**

Schikorra, Dr. **W.,** in **Dahlem** bei Berlin.

Der Berliner Zentralausschuß für die Wald- und Ansiedlungsfrage, der sich u. a. die Aufgabe gestellt hat, gegen die „fortschreitende Verwüstung der Berliner Wälder usw." zu kämpfen, fordert die Gesellschaft auf, Vertreter zu einer Sitzung am 1. Februar abzuordnen. Die Versammlung beschließt, die Herren P. GRAEBNER und R. KOLKWITZ aufzufordern, sich als Vertreter der D. B. G. an der Sitzung des Zentralausschusses usw. zu beteiligen.

JUL 14 1922

Mitteilungen.

I. C. Steinbrinck: Über die physikalische Verwandtschaft der pollenschleudernden Ricinus-Antheren mit den sporenschleudernden Farn- und Selaginella-Kapseln.

(Eingegangen am 12. Januar 1910.)

Von pflanzlichen Geweben, die aus ihren Zellräumen Wasser verlieren, sind Kohäsionswirkungen ihrer Zellflüssigkeit zuerst bei dem Annulus der Farnsporangien beobachtet worden. Bei ihnen schnellen bekanntlich die durch den Kohäsionszug verbogenen Zellwände elastisch zurück, sobald dieser Zug aufhört. Ein solches Zurückspringen in die ursprüngliche Form ist nun irrtümlicherweise längere Zeit hindurch als eine mit dem Kohäsionsmechanismus untrennbar verknüpfte Erscheinung hingestellt worden, während es in Wirklichkeit eine seltene Ausnahme bildet und die verbogenen Membranen gewöhnlich, auch nach der Unterbrechung der Kohäsion innerhalb der Zellflüssigkeit (oder ihrer Adhäsion an die Zellwand), ihre Deformation beibehalten. Außer bei den Farnsporangien ist das Zurückfedern bisher nur noch von den Makro- und Mikrosporangien der Selaginellen und von manchen Lebermooselateren bekannt geworden. Insbesondere ist bei den Antheren — abgesehen von geringfügigen Zuckungen, über die SCHNEIDER berichtet — das Ausbleiben des Zurückschnellens im allgemeinen anerkannt. Ist doch diese Tatsache wiederholt gegen die Kohäsionstheorie ihrer Öffnungsmechanik ins Feld geführt worden! Darum dürfte es von Interesse sein, daß es auch Antheren gibt, die sich wie die Farn- und Selaginella-Sporangien verhalten, bei denen also die Elastizität ihrer Zellwände gegenüber der Kohäsion des Zellsaftes und seiner Kohäsion an der Membran so abgewogen ist, daß auch bei der starken Verbiegung, die die Faserzellen durch den Kohäsionszug erleiden, die Elastizitätsgrenze der Membranen für gewöhnlich nicht überschritten wird.

Nach meinen Beobachtungen ist dies der Fall bei der bekannten Euphorbiaceen-Gattung *Ricinus*, die nicht nur ihre Samen, sondern auch den Blütenstaub nach der Reife ausschleudert. Den

ersten Hinweis hierauf fand ich im Jahre 1905 in F. LUDWIGs Lehrbuch der Biologie der Pflanzen S. 261. Dort heißt es nämlich von *Ricinus communis*: „Beobachtet man zur Zeit der Pollenreife die Antheren, so bemerkt man, daß dieselben nach und nach alle explodieren und kleine Staubwolken von Pollen ausschleudern, ähnlich wie das bei Urticaceen (*Parietaria*, *Urtica*, *Morus*, *Pilea*) der Fall ist. DELPINO konnte 4 Stadien des Explosionsvorganges konstatieren: 1. Öffnen der Antherenklappen; 2. Bewegungen, durch welche dieselben aus der konvexen in die konkave Form übergehen; 3. Bewegungen, durch welche dieselben wieder die konvexe[1]) Form annehmen; 4. Zurückbewegung in die alte Lage. Die Bewegungen 1 und 2 einerseits und 3 und 4 anderseits erfolgen gleichzeitig."

Schon damals schien mir die Analogie dieser Vorgänge mit den Schleudererscheinungen der Farnsporangien sehr naheliegend. Ich wandte mich daher an Herrn Geheimrat VON GOEBEL mit der Bitte um freundliche Auskunft, wo jene Angabe von DELPINO zu finden sei, und Herr Geheimrat VON GOEBEL hatte die Güte, mir unter dem 21. Februar 1905 mitzuteilen, daß sich DELPINOs Bericht in den Osservazioni e note botaniche, Decuria prima; unter I: Anemofilia e scatto delle antere presso il *Ricinus communis* (Malpighia III, 1889) vorfindet. Als mutmaßliche Ursache der erwähnten Veränderungen wurden von DELPINO angeführt „lente o rapide mutazioni di turgore". Hiernach würden die fraglichen Erscheinungen unter die Variationsbewegungen einzureihen sein. Gegen diese Auffassung äußerte Herr Geheimrat VON GOEBEL aber gleichzeitig starke Bedenken, indem er sich meiner Vermutung, daß es sich dabei um Vorgänge ähnlicher Art wie im Farnannulus handle, durchaus anschloß.

Bis vor kurzem hat es mir nun an Zeit und Gelegenheit gefehlt, diese Frage näher zu prüfen. Als ich aber während eines Krankheitsurlaubs in Bonn am 3. November vorigen Jahres im dortigen botanischen Garten auf einigen Zierbeeten noch blühende *Ricinus*pflanzen vorfand, erinnerte ich mich jener Literaturangaben und legte eine Anzahl männlicher Blüten mit ungeöffneten Antheren in „absoluten Alkohol" der Poppelsdorfer Apotheke ein. Zu Anfang Januar habe ich diese nun hier in Lippstadt in Untersuchung genommen.

Obwohl ich somit den Öffnungsvorgang der Antheren innerhalb der Blüte von *Ricinus* gar nicht zu Gesicht bekommen habe,

1) In LUDWIGs Text steht offenbar aus Versehen „Die konkave Form".

so scheint mir ein Urteil über DELPINOs Vermutung, daß die von ihm gekennzeichneten Bewegungen auf Turgoränderungen beruhen, dennoch unzulässig zu sein. Denn wenn seine Annahme richtig wäre, dürften jene Formänderungen am abgetöteten Organ nicht mehr auftreten. In meinem 8 Wochen alten Alkoholmaterial fand sich aber eine große Zahl von Pollensäcken vor, bei denen sich der Explosionsvorgang in derselben Weise, wie DELPINO ihn geschildert hat (wenn auch wohl meist nicht mit derselben Energie), vollzog. Namentlich war dies der Fall, wenn die Objekte vor dem Austrocknen für längere Zeit (1—2 Stunden) in Wasser übertragen worden waren. Von einer Mitwirkung lebenden Plasmas hierbei kann aber doch nicht die Rede sein. Gehen wir daher auf die Erscheinungen, die wir an unserem Alkoholmaterial beobachten können, näher ein, um zu erfahren, ob anderseits die Analogie zu den Schleudereinrichtungen der Farn- und Selaginellasporangien wirklich vorhanden ist.

1. Das Aufspringen der Antheren wurde unter dem Simplex bei etwa dreifacher Vergrößerung an wasserdurchtränkten Exemplaren beobachtet. Nach dem Aufplatzen der Naht bewegten sich die Klappen ähnlich den Schalen einer Muschel mehr oder weniger schnell nach auswärts, bisweilen so weit, daß sie mit aufwärtsgewandter Innenseite annähernd in eine Ebene nebeneinander zu liegen kamen. Dabei flachte sich ihre anfänglich fast halbkugelige Form sehr stark ab. Eine völlige Umkehr der Wölbung habe ich unmittelbar nicht beobachtet, wohl aber an Schnitten später aufgefunden (vgl. Nr. 5). — Auf die Auswärtsbewegung folgte dann plötzlich das Ausschleudern des Blütenstaubes, wobei die Klappen nahezu die ursprüngliche Form wieder annahmen. Lag der Pollensack lose auf dem Objektträger, so sprang er hierbei zugleich um mehrere Zentimeter zur Seite. — Häufig sind aber die Stufen der Auswärtskrümmung und des Abschleuderns nicht so scharf und vollständig voneinander getrennt. Sie greifen vielmehr oft ineinander über, indem die Auswärtsbewegung zu wiederholten Malen durch ein Zurückschnellen teilweise schon rückgängig gemacht wird, ehe sie ganz vollzogen ist. Es kann daher der Pollensack vier- bis sechsmal zucken oder gar auf dem Objektträger umherhüpfen. Es sind dies Erscheinungen, die wir in ganz ähnlicher Art besonders von den Mikrosporangien der Selaginellen her bereits kennen (vgl. diese Ber. 1902, XX, S. 127).

2. a) Einige Antheren wurden nach beendetem Explosionsvorgang in Wasser oder Öl gelegt und in Flächenansicht unter

dem Mikroskop auf das Vorhandensein von Luftblasen geprüft. Sie zeigten überall in den Zellen große dunkle Blasenräume.

b) Wurden dagegen weitklaffende Pollensäcke, ehe sie zurückschnellten, in Wasser oder Öl eingetragen und mit dem Mikroskop besichtigt, so war in den Zellumina keine oder kaum eine Luftblase zu finden; die Zellen waren also trotz des starken Wasserverlustes bis dahin noch saftgefüllt geblieben.

3. a) Die unter 2a bezeichneten Objekte wurden in Wasser belassen, bis die Blasenräume gänzlich aus den Lumina geschwunden waren. Es war dies längstens nach ca. 5 Stunden der Fall. Wurden sie darauf aufs neue der Austrocknung überlassen, so trat der normale Vorgang des Aufspringens und Zurückschnellens nochmals ein.

b) Wurden aber dieselben Pollensäcke zum Austrocknen gebracht, ehe ihre Luftblasen durch das Wasser verdrängt worden waren, so verhielten sie sich ganz passiv, d. h. ihre Rückwärtsbewegung war minimal und von einem Zurückschnellen nichts zu merken. Beiderlei Austrocknungsergebnisse konnten an denselben Objekten mehrmals hintereinander nach Willkür in der einen oder anderen Weise von neuem hervorgerufen werden.

4. Bringt man von Pollensäcken, die aufgesprungen sind, aber noch keine Schnellbewegung gezeigt haben, die auseinandergespreizten Klappen in Öl, so kann man an ihrer Flächenansicht unter dem Mikroskop die gewundenen und zusammengedrängten Falten ihrer Faserzellwände deutlich wahrnehmen, und zwischen den wirren Falten treten die enggewundenen Lumina unverkennbar hervor. Diese Faltung kann schwerlich durch etwas anderes als durch Kohäsionszug bewirkt sein.

5. Man trifft unter dem Alkoholmaterial oft Antheren, an denen beim Austrocknen zwar die Auswärtskrümmung eingetreten, das Zurückschnellen aber unterblieben ist. Untersucht man nun Querschnitte durch solche Objekte unter Öl oder Xylol mikroskopisch, so kann man an ihnen die Einstülpung der Außenwand zwischen den Faserenden erkennen und auch deren Entfaltung bei nachträglichem Wasserzusatz feststellen. Bei dieser Gelegenheit fand ich (wie unter Nr. 1 erwähnt) auch Klappen, die entsprechend den Angaben DELPINOs ihre ursprüngliche Krümmung vollständig umgekehrt hatten (die morphologische Außenseite war konkav geworden) und durch das Ausbleiben des Schnellens in dieser Lage beim Trocknen festgehalten worden waren. —

Nach Ausweis der Beobachtungen 1—5 treffen wir also bei der *Ricinus*-Anthere Verhältnisse an, die uns von den Kohäsionsmechanismen der Farne und Selaginellen her vertraut sind, nur daß der Schleuderapparat bei *Ricinus* manchmal leichter zu versagen und die rechtzeitige Unterbrechung der Kohäsion oder Adhäsion nicht so gesichert erscheint. Es kann demnach kaum einem Zweifel unterliegen, daß wir auch bei der *Ricinus*-Anthere einen Kohäsionsmechanismus vor uns haben, der dem jener Sporangien analog ist.

Woher es nun rührt, daß sich die *Ricinus*-Antheren in diesem Punkte anders verhalten als die Pollensäcke im allgemeinen, läßt sich bis jetzt nicht bestimmen. Es erscheint auf den ersten Blick allerdings auffällig, daß, nach unserem Alkoholmaterial zu schließen, die Antherenwandung bei *Ricinus* zur Reifezeit des Pollens ebenso wie die Sporangienwand der Farne und Selaginellen nur einschichtig ist, indem sie nur aus der Faserzelllage besteht, und von einer äußeren Epidermis nichts zu sehen ist. Jedoch wird die Epidermis zur Zeit der Pollenreife nicht selten auch bei anderen Antheren vermißt, z. B. bei *Berberis* und *Mahonia*, ohne daß diese dadurch des Schnellmechanismus teilhaftig geworden wären. Auch eine besonders auffällige Mächtigkeit der Verdickungsplatten und -leisten ist bei *Ricinus* nicht wahrzunehmen; das mikroskopische Bild für sich würde auf das exzeptionelle Verhalten unserer Antheren nicht ohne weiteres schließen lassen. Vielmehr stimmt es ganz zu dem Schema, das ich in einem Abschnitt: Über besondere Konstruktionsformen der dynamischen Gewebe in der Festschrift für SCHWENDENER S. 172 ff. bereits 1899 für Antheren in allgemeinen Zügen entworfen habe. Die Faserzelllage besteht nämlich der Hauptsache nach aus „Stuhlzellen", die eine allseitige Auswärtskrümmung veranlassen. Eine solche ist aber bei den *Ricinus*-Antheren zur Herstellung der flachen Muschelform der gespreizten Klappen nötig, da die sehr kleinen Pollensäcke von *Ricinus* fast kugelig, also sehr stark konvex sind. Nur in der Nähe der Naht gehen die Stuhlzellen in „Bankzellen" über, die annähernd senkrecht zu der Naht gestreckt sind. Dies hängt damit zusammen, daß zu beiden Seiten der Naht, um diese zu spalten und ihre getrennten Ränder nach außen zu führen, hauptsächlich ein Zug erforderlich ist, der zur meridional verlaufenden Nahtlinie senkrecht gerichtet ist.

In der Festschrift für SCHWENDENER habe ich nun am angegebenen Orte zweierlei Bankzellen unterschieden, nämlich solche, die durch den Kohäsionszug in ihrer Längsrichtung eingefaltet

werden und solche, bei denen die Schrumpfelfalten der dünneren Außenwand senkrecht zur Längsachse der Zellen verlaufen. Dieses verschiedene Verhalten der Bankzellen beim Schrumpfeln beruht darauf, daß die Verdickungsfasern bei denen der letzteren Art nicht so eng zu kompakten Verdickungsplatten verschmolzen sind wie beim ersten Typus, sondern sich gelenkig gegeneinander absetzen. Da diese Gelenkfurchen quer zur Achse der Zelle verlaufen, so ermöglichen sie eine leichte Auswärtskrümmung der betreffenden Zellen derart, daß die Zelle in der Längsrichtung die stärkste Biegung erfährt, während die Längsachse der Zelle beim ersten Typus geradegestreckt bleibt[1]).

Die Bankzellen neben der Naht der *Ricinus*-Antheren gehören nun zu den „quergelenkigen". Es leuchtet mithin ein, daß sie ihrer Spezialaufgabe, in erster Linie zur Spaltung der Naht und zur Auswärtsbewegung der Nahtränder mitzuwirken, wohl angepaßt sind und daß sie beim Abschleudern des Blütenstaubes nicht minder zweckmäßig zur Geltung kommen.

2. A. Nestler: Zur Kenntnis der Lebensdauer der Bakterien.

(Eingegangen am 20. Januar 1909.)

Um über die mögliche Lebensdauer eines Organismus ein annähernd richtiges Urteil zu erhalten, ist vor allem ein Material erforderlich, dessen Alter sichergestellt ist und das nicht unter solchen abnormen Verhältnissen gehalten wurde, die eine längere Lebensdauer von vornherein ausschließen. Bei Bakterien wird unter anderen notwendigen Bedingungen darauf zu achten sein, daß nicht abwechselnd günstige Verhältnisse eingetreten sind, die ein zeitweises Auskeimen der vorhandenen Sporen möglich machten; es wird also der Nachweis zu liefern sein, daß in der gegebenen Zeitperiode alle nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen erforderlichen Bedingungen zu einer zeitweisen Entwicklung und Ver-

1) Um die Längsfaltung dieses ersten Typus anschaulich zu erklären, habe ich gelegentlich den Vergleich mit einem Schutzkarton für Bücher herangezogen (Biol. Zentralbl. 1906. XXI, S. 739).

mehrung der Bakterien fehlten, daher die ganze Zeit hindurch ein gehemmter oder latenter Lebenszustand herrschte.

Um diese Bedingungen zu erfüllen, hat man Ausstriche auf Glas oder Kulturen auf den bekannten Nährböden (Agar, Gelatine, Kartoffel), die bei Zimmertemperatur eingetrocknet waren, unter Ausschluß jeder Verunreinigung aufbewahrt und von Zeit zu Zeit die Lebensfähigkeit der betreffenden Arten geprüft.

Es wurde auf diese Weise nachgewiesen, daß im allgemeinen die Lebensfähigkeit der Sporen, namentlich ihre Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung, eine bedeutend größere ist als die ihrer vegetativen Zellen; „sie wird aber (nach MIGULA) meist überschätzt und dürfte bei den meisten Arten 1—2 Jahre nicht überschreiten, eine jahrhundertelange Lebensfähigkeit lufttrockener Zellen schwerlich vorkommen"[1]).

Nach BREFELD[2]) können die Sporen von *Bacillus subtilis* mindestens 3 Jahre ihre Keimkraft erhalten. BLIESNER[3]) hat gefunden, daß bis 878 Tage alte, eingetrocknete Cholerakulturen noch zum Keimen gekommen sind. MIGULA[4]) hat von den Sporen des gewöhnlichen Kartoffelbazillus, die 8 Jahre im Glasröhrchen eingeschlossen waren, noch manche zum Keimen bringen können, ebenso 5 Jahre alte, auf Deckgläschen eingetrocknete Sporen von *Bacillus leptosporus* Klein (einer dem *Bacillus subtilis* F. Cohn nahe verwandten Form). Ein weit höheres Alter wurde für Milzbrandsporen nachgewiesen, wie aus der folgenden, mir von Prof. D. O. BAIL freundlichst zur Verfügung gestellten Mitteilung zu entnehmen ist: „Milzbrandsporen wurden von H. BÜCHNER in München im Jahre 1879 an Gipspulver angetrocknet. Im Jahre 1898 erhielt ich durch BÜCHNER etwas von diesem Gipsstaube, der, einer Maus unter die Haut gebracht, eine in 24 Stunden tötliche Infektion hervorrief. Auch ungefähr 3 Jahre später vermochte der inzwischen trocken aufbewahrte Staub noch erfolgreich zu infizieren." Mit diesen Versuchen ist für Milzbrandsporen eine Lebensdauer von ungefähr 22 Jahren bewiesen worden[5]). Nach PFEFFER[6]) „vertragen die typischen Sporen ein sehr langes Aus-

1) W. MIGULA, A. DE BARYs Vorlesungen über Bakterien 1900, S. 47.
2) Zit. nach W. MIGULA, l. c. S. 47.
3) LEHMANN-NEUMANN, Bakteriologie II, 1904, S. 405.
4) F. LAFAR, Handbuch der technischen Mykologie, I. Bd., S. 122.
5) Nach LEHMANN-NEUMANN (l. c. S. 343) scheint die Lebensdauer dieser Sporen, trocken aufbewahrt, unbegrenzt zu sein.
6) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, S. 329.

trocknen, jedoch ist nicht ermittelt worden, ob in den resistentesten Sporen das Leben länger als in den widerstandsfähigsten Samen bewahrt wird."

Ich werde nun im folgenden den Nachweis zu führen versuchen, daß einige bereits als sehr widerstandsfähig bekannte Erdbakterien höchstwahrscheinlich 92 Jahre hindurch einer Vernichtung durch Austrocknung widerstehen können, ohne im geringsten von ihrer Lebensfähigkeit etwas einzubüßen.

Da es für Bakterien, namentlich für solche, deren Lebensbedingungen bekannt sind, sehr leicht ist, ein etwa vorhandenes gehemmtes oder latentes Leben zu einer sichtbaren Tätigkeit zu entfalten, wird bei diesem Nachweise das Hauptgewicht auf ein möglichst einwandfreies Material zu legen sein, dessen Alter sicher bestimmt ist.

Ich benutze dazu alte Moosherbarien, ein Material, das auf den ersten Blick vielleicht nicht brauchbar zu sein scheint, da man selbstverständlich für Bakterien ganz andere Anforderungen stellen muß als für Samen, aber dennoch einwandfreie Resultate gestattet, wenn man alle hier maßgebenden Erscheinungen berücksichtigt.

Für Vorversuche wurde zunächst ein kleines Moosherbarium verwendet, das ich selbst im Jahre 1886 angelegt habe, dessen Alter also gegenwärtig nur 23 Jahre beträgt. Die Pflänzchen befinden sich in je einem kuvertartigen Papierverschluß, der in einem Bogen Zeichenpapier liegt. Sämtliche Moose wurden, bis heute in einer festen Schachtel aufbewahrt, die von einem Deckel mit weit übergreifenden Rändern verschlossen wird, daher die Pflanzen gegen jede Verunreinigung vollständig geschützt sind. Viele Arten, namentlich aus den Gattungen *Polytrichum*, *Catharinea*, *Barbula* u. a., haben noch ein kleineres oder größeres Erdklümpchen ihres ursprünglichen Standortes an den Rhizoiden haften und diese Erde ist es, die ich auf etwa vorhandene lebensfähige Keime prüfte. Nachdem ich in 1 g solcher vollständig trockener Erde, die niemals einer feuchten Luft ausgesetzt war, im Maximum mehr als 20·000 lebensfähige Keime der gemeinsten Erdbakterien nachgewiesen hatte, suchte ich nach älterem Material und fand es in einem gut konservierten Moosherbarium des pflanzenphysiologischen Institutes der deutschen Universität (Prag).

Hier liegen die Moospflänzchen, auf je einem Blättchen Schreibpapier aufgeklebt, in Bogen von Löschpapier, die in üblicher Weise, durch feste Pappendeckel und entsprechende Verschnürung

zusammengehalten, in Faszikeln vereinigt sind. Eine Verunreinigung der getrockneten Pflänzchen und der an ihnen haftenden Erde durch Zimmerstaub ist somit ausgeschlossen.

Sämtliche Pflanzen dieses alten Herbariums, die ich für meine Versuche benutzte, wurden mit zwei Ausnahmen von dem in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts sehr geschätzten Botaniker PH. M. OPIZ gesammelt, dessen eigenhändig geschriebener Name samt Fundort und Zeit unter jedem Exemplar zu lesen ist. An dem richtigen Alter dieses Materials kann somit in keiner Weise gezweifelt werden. Dagegen liegt es sehr nahe, an Verunreinigungen durch die Luft zu denken, da dieses alte Herbarium jedenfalls hie und da einmal besichtigt worden ist. Das ist, wie aus folgender Überlegung und den am Schlusse angeführten Versuchen hervorgeht, von gar keiner Bedeutung; was bei solchen Gelegenheiten an lebensfähigen Keimen aus der Zimmerluft auf das kleine trockene Erdklümpchen fallen kann, ist gewiß sehr gering und findet hier keinen Boden für eine Weiterentwicklung, da vor allem die notwendige Feuchtigkeit fehlt. Dazu kommt auch hier wieder der bedeutungsvolle Umstand, daß auch in diesem sehr alten Material stets Tausende von Keimen in 1 g Erde nachgewiesen werden konnten und zwar wieder typische Erdbakterien. Es ist ferner sehr bemerkenswert, daß kein einziger Schimmelpilz zur Entwicklung gelangte, da Schimmelpilzsporen, an die bezüglich einer eventuellen Verunreinigung zuerst zu denken wäre, bekanntlich öfters selbst bei der größten Sorgfalt unsere Kulturen stören. — Man kann daraus schließen, daß das verwendete Herbarium stets an einem trockenen Orte aufbewahrt wurde, um es vor Schimmelbildungen zu bewahren. Dem entspricht auch der geringe Feuchtigkeitsgehalt, der für die Erde eines Mooses — wegen des geringen Materials konnte nur eine Bestimmung vorgenommen werden — 1,6 pCt. betrug.

Die an den Pflänzchen haftenden sehr festen, nicht abbröckelnden Klümpchen bestehen größtenteils aus Erdpartikelchen, ferner aus Rhizoiden-Fragmenten, mitunter auch aus Stengel- und Blattteilen der Moose.

Die Erdproben wurden stets mit sterilisierter Pinzette unter größtmöglichsten Vorsichtsmaßregeln entnommen[1]), um jede Verunreinigung zu vermeiden. Übrigens ist die Luft meines Arbeits-

1) Durch diese Verwendung sehr kleiner Erdproben werden die betreffenden Pflanzen in keiner Weise geschädigt.

zimmers, wie ich mich bereits früher bei einer Untersuchung über den Keimgehalt der Luft und auch neuerdings überzeugt habe, im allgemeinen und namentlich zur kalten Jahreszeit, in der diese Untersuchung ausgeführt wurde, auffallend arm an lebensfähigen Keimen, vielleicht eine Folge der durch die Luftheizung bewirkten sehr trockenen Luft.

Da es sich nur in erster Linie um den Nachweis der Lebensfähigkeit von Bakterien nach einer Reihe von Jahren handelte und die genaue Menge der Keime in den Erdproben nur von untergeordneter Bedeutung ist, habe ich nicht, wie sonst üblich, die Erdproben in bestimmten Gewichtsmengen zunächst in bestimmte Mengen sterilisierten, destillierten Wassers gegeben, sondern sofort in sterilisierten Petrischalen abgewogen; etwas größere Erdklümpchen konnten mittelst der sterilisierten Pinzette leicht zu Staubteilchen zerdrückt werden; nach Zusatz von Gelatine und durch Schwenken bewirkte Verteilung der Partikelchen wurden die Kulturen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (17—18° C) aufbewahrt.

Vereinzelt wurden, soweit das Material es gestattete, auch Kulturen bei Luftabschluß angelegt, um eventuell vorhandene, anaërobe Formen nachzuweisen. Diese Versuche hatten ein negatives Resultat; es zeigten sich nur die im folgenden genannten drei aëroben Formen, die auch bei Sauerstoffabschluß, jedoch nur kümmerlich, gedeihen.

In allen Kulturen von den jüngsten und ältesten Erdproben kamen, wie schon gesagt, stets Formen solcher Erdbakterien zur Entwicklung, deren Sporen bekanntlich eine überaus große Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung, Hitze, Kälte und chemische Agentien besitzen:

1. *Bacillus vulgatus* (Flügge) Migula = *Bacillus mesentericus vulgatus* Flügge, Trivialname „Kartoffelbazillus".

Die Sporen dieser und einiger nahestehender Formen sind so lebenskräftig, daß sie die Behandlung im Dampftopf nach GLOBIG 6, nach TH. SAMES bis 10 und nach CHRISTEN sogar über 16 Stunden vertragen[1]). MIGULA hat, wie schon erwähnt wurde, diesen Bazillus in zugeschmolzenen Glasröhrchen 8 Jahre lebensfähig erhalten.

Ich habe eine 23 Jahre alte Erdprobe ½ Stunde lang einer Temperatur von 120—130° C im Heißluft-Sterilisierapparat ausgesetzt und gefunden, daß die Lebensfähigkeit dieser Bakterie (und

1) F. LAFAR, Handbuch der technischen Mykologie, I. Bd., S. 530.

auch der folgenden Art) in keiner Weise beeinträchtigt worden ist; dagegen waren bei einer Trockenhitze von 145° C nach ½ Stunde alle Keime getötet.

Nach allen diesen Erfahrungen über die Widerstandsfähigkeit dieses Bazillus ist es meines Erachtens durchaus nicht verwunderlich, daß er ein Austrocknen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur durch 92 Jahre und wahrscheinlich noch länger vertragen kann.

2. Eine zweite, sehr charakteristische und durch ihre Wachstumsformen leicht erkennbare Art, die bei allen Kulturen auftrat, jedoch in etwas geringerer Menge als die erste Art, ist *Bacillus mycoides* Flügge, ebenfalls eine typische Erdbakterie, die in Proben von der Oberfläche der Acker- und Gartenerde stets gefunden wird, daher auch den Namen „Erdbazillus" erhalten hat.

3. *Bacillus subtilis* F. Cohn. Die Widerstandsfähigkeit der Sporen dieses im Boden, auf lebenden und toten Pflanzen, auch im Staube und in der Luft allgemein vorkommenden Bazillus ist schon seit COHN bekannt.

4. Eine erst nach 7 Tagen schwach verflüssigende Bakterie, deren sichere Bestimmung mir noch nicht gelungen ist.

Andere als die genannten vier Formen habe ich vorläufig nicht ermitteln können.

Was die Zahl der lebensfähigen Keime anbelangt, so ist dieselbe begreiflicherweise je nach dem Standort der Moospflanzen, ferner nach den zur Zeit des Sammelns derselben herrschenden Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen sehr verschieden. Auch das ist verständlich, daß ich niemals jene großen Mengen von Bakterien zählen konnte, wie sie im allgemeinen für Erdproben angegeben werden, da es sich bei meinen Untersuchungen doch nur um den Nachweis keimfähiger Sporen, aber nicht um lebensfähige, vegetative Formen handeln kann. Es ist auch möglich, daß von den ursprünglich vorhandenen Keimen im Laufe der vielen Jahre jene, die an der Oberfläche des betreffenden Erdklümpchens lagen, zugrunde gegangen sind, während nur die tiefer in der Erde eingeschlossenen sich lebensfähig erhielten. — Zum Vergleiche der von mir ermittelten Mengen von Bakterien führe ich einige Zahlen an, wie sie KRAMER[1]) in seiner Bakteriologie mitteilt: er fand in 1 g eines lehmigen, ziemlich humosen Ackerbodens und zwar in einer Tiefe von 20 cm 650 000 Keime;

1) E. KRAMER, Die Bakteriologie in ihren Beziehungen zur Landwirtschaft, 1890, I, S. 52

ADAMETZ an der Oberfläche eines Lehmbodens 500 000; MIQUEL im Boden des Parkes von Montsouris bei Paris in einer Tiefe von 20 cm 700 000; MAGGIORA in einem sandigen, vegetationsarmen Boden 1600, dagegen im Ackerboden 11 Millionen Bakterienkeime.

Ich gebe im folgenden eine kurze Übersicht über die Resultate meiner Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Zahl der lebensfähigen Keime in 1 g Erde. Zur näheren Charakteristik des Materials führe ich neben Fundort und Zeit auch den Namen der Moosart an, von der die Erdprobe genommen wurde, wobei es natürlich ganz gleichgültig ist, ob die Nomenklatur mit den gegenwärtig herrschenden Ansichten übereinstimmt oder nicht.

1. *Polytrichum aloides* Hedw. — Scharka, 3. September 1886, Nestler.

Eine sehr kleine Menge staubtrockener Erde gab bereits nach 48 Stunden zahlreiche Kolonien, die sich hier wie auch bei den folgenden Kulturen anschließend an Erdpartikelchen, Rhizoiden- und Blattteilchen entwickelt hatten.

0,1 g Erde in 2 Tagen . . . . 751 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 7510 Keime;

vorwiegend *Bacillus vulgatus* u. *B. mycoides*, in geringerer Menge *B. subtilis*.

2. *Catharinea undulata* Web. et Mohr. — Generalka, Abhang, 12. September 1886. Nestler.

0,05 g Erde in 2 Tagen 1 059 Kolonien,
daher in 1 g . . . . 21 180 lebensfähige Keime;

vorherrschend *B. vulgatus* und *B. mycoides*.

3. *Bartramia pomiformis* Hedw. — Podbaba, Tal, Waldessaum, 3. September 1886. Nestler.

0,02 g Erde in 3 Tagen . . . . 106 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 5300 „

4. *Pottia cavifolia* Ehrh. — Vyschehrad, 24. Januar 1852. Opiz.

0,01 g Erde in 3 Tagen . . . 892 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 89 200 „

Diese Erde enthielt unter allen Proben das Maximum an lebensfähigen Keimen, darunter vorherrschend *B. vulgatus* und

B. subtilis; in geringerer Menge *B. mycoides.* Ob noch andere Formen vorhanden waren, konnte nicht mit Sicherheit bestimmt werden.

5. *Barbula unguiculata b. cuspidata* (?). — Kanalscher Garten, 23. April 1851. Opiz.

0,01 g Erde in 3 Tagen . . . . 85 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 8500 „

vorherrschend *B. vulgatus* und *B. mycoides.*

6. *Ceratodon purpureus, β) brevicaulis* (?). — Baumgarten, 2. April 1837. Opiz.

0,03 g Erde in 2 Tagen . . . . 325 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 10 166 „

4 Arten erkennbar; *B. vulgatus, B. mycoides, B. subtilis;* eine vierte nicht näher bestimmte Art.

7. *Hypnum capillare* Weiß. — An Baumwurzeln in Stern, 25. Oktober 1835. Opiz.

0,02 g in 3 Tagen . . . . . 93 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 4650 „

In ungefähr gleicher Anzahl *B. vulgatus, mycoidis* und *subtilis;* eine andere Art nicht erkennbar.

8. *Barbula muralis* H. — Auf einer Gartenmauer in Slichow, 4. August 1824. Opiz.

0,03 g Erde in 3 Tagen . . . . 66 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 2200 „

vorwiegend *B. vulgatus,* vereinzelt *B. mycoides.*

9. *Barbula muralis breviseta* (?). — Prag, 1824. Masner.
(In einem Papierkuvert eingeschlossen.)

0,02 g Erde in 3 Tagen . . . 381 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 19 050 „

in weitaus überwiegender Menge *B. vulgatus,* vereinzelt *B. mycoides* und *B. subtilis;* eine vierte nicht näher bestimmte Art.

10. *Dicranum interruptum* Brid. — Isergebirge, 1818. Opiz.

0,05 g Erde in 3 Tagen . . . . 82 Kolonien,
daher in 1 g . . . . . 1640 „

In der untersuchten Erdprobe nur 2 Kolonien *B. mycoides*, vorherrschend *B. vulgatus* und *B. subtilis*.

Diese auf das Vorkommen lebensfähiger Keime ausgeführten Untersuchungen alter Erdproben, von denen die älteste ohne Zweifel aus dem Jahre 1818 stammt, zeigen, daß einige sporenbildende Bakterien — *Bacillus vulgatus*, *B. mycoides* und *B. subtilis* — eine jahrzehntelange Austrocknung bei gewöhnlicher Zimmertemperatur vertragen und sich durch mindestens 92 Jahre lebensfähig erhalten können.

Ein Vergleich der Lebensfähigkeit der Samen mit der der Bakterien lehrt folgendes:

Bei lufttrockener Aufbewahrung erlischt nach NOBBE[1]) die Keimfähigkeit sehr zahlreicher Samenarten bereits nach 25 Jahren. Nach PETER[2]) können die Samen einiger Unkräuter durch 46 Jahre im Boden ein latentes Leben führen und nach DE CANDOLLE[3]) sollen die Samen von *Nelumbium* sogar noch nach 100 Jahren keimfähig sein. Nach den Resultaten meiner Untersuchungen steht die Lebensfähigkeit einiger Bakterien in keiner Weise den widerstandsfähigsten Samen nach und dürfte diese wahrscheinlich noch übertreffen.

Als Ergänzung dessen, was ich früher bezüglich einer eventuellen Verunreinigung durch Luftkeime gesagt habe, führe ich noch folgendes an. Um zu sehen, ob und in welcher Weise die Art der Aufbewahrung einer getrockneten Pflanze zwischen Löschpapier geeignet ist, Luftkeime abzuhalten, habe ich folgenden Versuch gemacht: Ein auf einem Stück Schreibpapier aufgeklebtes Moospflänzchen mit Erde — die bereits früher schon benützte *Catharinea undulata* — wurde sterilisiert, so daß, wie die Untersuchung zeigte, kein lebensfähiger Keim in der Erde vorhanden war; dann in einem Bogen Löschpapier liegend, stundenlang einem absichtlich erzeugten, großen Zimmerstaube ausgesetzt. Die Untersuchung dieser Erde zeigte keinen einzigen entwicklungsfähigen Keim. — Ich habe ferner auch einige Papiere des alten Herbariums, auf dem die Moospflänzchen aufgeklebt sind, bakteriologisch untersucht und gefunden, daß die Zahl der entwickelungsfähigen Keime hier überaus gering ist.

So wurden z. B. für *Pottia cavifolia* und zwar für 1 g Papier

1) PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II. Teil, S. 329.
2) STRASBURGER, Lehrbuch der Botanik, 1905, S. 261.
3) PFEFFER, l. c., S. 329.

50 Keime nachgewiesen (gegenüber 89 200 Keimen des Erdklümpchens); für *Dicranum interruptum* 15 Keime, durchwegs Schimmelpilze (gegenüber 1640 Bakterienkeimen der Erde).

Prag, 18. Januar 1910.

Einladung

zur

Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft

am

Sonnabend, den 14. Mai, morgens 9½ Uhr,
im Hörsaale des botanischen Instituts der Universität Münster.

Um 8¾ Uhr findet in demselben Hörsaal ein Vortrag von Herrn Dr. ERNST LEHMANN statt: „Stammesgeschichtliche und pflanzengeographische Ergebnisse meiner Untersuchungen an der *Veronica*-Sektion Alsinebe", wozu die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft von der freien Vereinigung der Pflanzengeographen und Systematiker eingeladen sind. Für die Generalversammlung ist ein Vortrag von Herrn Prof. CORRENS in Aussicht gestellt, weitere Vorträge bittet man möglichst bald bei dem Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Herrn Dr. WÄCHTER, anzumelden; im übrigen ist die Tagesordnung durch die §§ 15 und 16 der Geschäftsordnung gegeben.

Treffpunkt: Freitag, den 13. von 8 Uhr an und Sonnabend, den 14. zum Mittagessen „Hotel Moormann".

Mitglieder, welche von Münster zu dem internationalen Kongreß in Brüssel fahren wollen, können 2 Uhr 36 Min. von Münster abfahren; Ankunft in Brüssel 9 Uhr 43 Min.

Sitzung vom 25. Februar 1910.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung vom Ableben unserer ordentlichen Mitglieder, des Herrn

Prof. Dr. **Georg Kohl**,

verstorben in Leipzig am 29. Januar, und des Herrn

Prof. **F. Philippi**,

Direktor des Nationalmuseums in Santiago, verstorben am 16. Januar 1910.

Um das Andenken an die Verstorbenen zu ehren, erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Wulff, Eugen, cand. rer. nat. in Simferopol, Puschkinskajastraße (Rußland), z. Z. in **Wien III**, Bot. Institut, Rennweg (durch R. VON WETTSTEIN und W. FIGDOR).

Dohrn, Reinhard, Direktor der zoologischen Station in **Neapel** (durch F. OLTMANNS und H. KNIEP).

Janzen, Nikolaus, stud. phil. in **Zürich IV**, Kinkelstr. 70 (durch A. ERNST und W. WÄCHTER).

Hanselmann, E., stud. rer. nat., z. Z. Assistent am bot.-phys. Laboratorium der Universität in **Zürich IV**, Leonhardstr. 19 (durch A. ERNST und W. WÄCHTER).

Hagen, Dr. **J.**, Bezirksarzt in **Trondhjem** (Norwegen) (durch K. OSTERWALD und P. CLAUSSEN).

Saito, Dr., in **Tokio** (durch P. LINDNER und O. APPEL).

Nordstedt, Dr. **O.**, Professor in **Lund** (Schweden), Kraftstorg 10 (durch A. ENGLER und P. MAGNUS).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Lebedeff, A. F., in **Odessa**.
Doposcheg, J., in **München**.
Koriba, Dr. **K.**, in **Tokio**.
Tahara, Dr. **M.**, in **Tokio**.

Mitteilungen.

3. C. Steinbrinck: Weiteres über den Kohäsionsmechanismus von Laubmoosblättern.

(Mit 3 schematisierten Figuren.)

(Eingegangen am 31. Januar 1910.)

1. Einleitung.

Die letzte Auseinandersetzung von LORCH im 8. Heft des vorigen Jahrgangs unserer Berichte hat einen recht persönlichen und gereizten Charakter. Ich glaube aber im Sinne der Leser zu handeln, wenn ich Persönliches und Nebensächliches übersehe und mich lediglich an die sachliche Diskussion der Streitfrage halte. Was nun den Gegenstand derselben betrifft, so hat LORCH meines Erachtens durch seine neueste Veröffentlichung seine Position nicht gefestigt, sondern im Gegenteil erheblich ungünstiger gestaltet. Denn wenn sich auch in seiner Floraabhandlung von 1907 und in seiner Monographie von 1908: „Die Polytrichaceen" nicht einmal eine Andeutung davon findet, daß er die bisher erschienenen Arbeiten über Kohäsionsmechanik bei Pflanzenzellen berücksichtigt hätte[1]), so hatte er sich im vorletzten Berichte (S. 531 des vor. Jahrg.) doch wenigstens zu einem scheinbaren Zugeständnis an diese Theorie herbeigelassen, indem er von gewissen Zelldeformationen behauptete: „Es handelt sich bei diesen Vorgängen genau um dasselbe, was STEINBRINCK mit den Worten

1) Es ist dabei die Bedeutung des Kohäsionszuges auch für Moosblätter wiederholt behandelt worden; in einer vorläufigen Mitteilung von 1898 zunächst zwar nur für eine bestimmte Spezies (diese Ber. S. 100 u. 101). Für einen größeren Geltungsbereich tritt diese Behauptung dann aber schon 1899 in der Festschrift für SCHWENDENER S. 100 mit aller Bestimmtheit auf. Sie bildet ferner eine der Hauptgrundlagen meiner Untersuchungen über die Luftdurchlässigkeit von Moosblättern aus dem Jahre 1903 (Flora, Bd. 92; vgl. z. B. S. 108—110 sowie S. 120 ff.). Dementsprechend habe ich 1906 in meinem Referat über Schrumpfungs- und Kohäsionsmechanismen von Pflanzen für das Biol. Zentralblatt (Bd. 26, S. 675) auch das Aufschwellen der Moospolster bei Regen nicht auf Quellung der Membranen, sondern auf ihre elastische Entfaltung zurückgeführt

„Kohäsionsmechanik" bezeichnet", und indem er kurz vorher aussprach: „Hätte STEINBRINCK meine Schrift im Original einer Durchsicht unterzogen, so würde er gefunden haben, daß ich ganz unabhängig von seinen Veröffentlichungen einige seine Kohäsionstheorie stützende Fälle namhaft gemacht habe." In seiner neuesten Mitteilung erklärt er dagegen schlankweg: „Nach allem, was ich bisher über die transversalen Bewegungen des *Polytrichum*blattes in Erfahrung bringen konnte, halte ich die Theorie STEINBRINCKs vom Kohäsionsmechanismus für gänzlich verfehlt."

Damit sind wir also zu einer klaren Formulierung der Gegensätze gelangt. Denn ich stelle dieser Negation die ebenso entschiedene Behauptung gegenüber, daß die Kohäsionsmechanik bei den Deformationen, denen die Moosblätter beim Wasserverlust unterliegen, entschieden die Hauptrolle spielt, daß diese Erkenntnis den leitenden Faden bildet, der uns das Eindringen in das Verständnis der mannigfachen Austrocknungsbewegungen dieser Blätter ermöglicht, und daß LORCH bei seinen Untersuchungen auf diesem Gebiete zu falschen Schlüssen gelangt ist oder zwischen verschiedenen Deutungen schwankt, weil ihm diese Einsicht gefehlt hat[1]).

Belege für diese These soll die nachfolgende Mitteilung bringen. Vorher nur noch einige Worte über Ausstellungen, die LORCH an mehreren Figuren meines letzten Berichts über die *Polytrichum*blätter gemacht hat. Er spricht nämlich l. c. S. 463 die Ansicht aus: „Wollte man also die Beobachtungen STEINBRINCKs an dem von ihm selbst gewählten Material nachprüfen, so würde man arg ins Gedränge kommen." LORCH mag sich darüber keine Sorge machen. Seine Kritik an der Figur für *P. piliferum* ist gänzlich verfehlt. Meine Lippstädter Moospflänzchen, und zwar nicht nur *P. piliferum*, sondern auch *P. juniperinum* zeigen nach wie vor im oberen Teil des Blattes vielfach die breit übereinandergreifenden Ränder, die LORCH ihnen abstreitet. Richtig ist allerdings seine Bemerkung, daß den Figg. 1 u. 2 (S. 172) meiner Mitteilung *P. juniperinum* nicht zugrunde gelegen hat. Es war vielmehr *P. formosum*. Jedoch hat dies auf den wesentlichen Inhalt meines

1) Nach den sonderbaren Auslassungen LORCHs, l. c. S. 462 oben, zu urteilen, ist ihm das Verständnis eines Kohäsionsmechanismus sogar bis in die neueste Zeit verschlossen geblieben. Sehr eigentümlich berührt einen Sachkundigen übrigens auch seine Äußerung, daß sein Polarisationsmikroskop anders arbeite als meins, nebst den weiteren Ausführungen. Der Zusammenhang zwischen den optischen Achsen und den Schrumpfungsachsen der Membran scheint LORCH nicht geläufig zu sein

damaligen Berichtes keinen Einfluß, denn ich habe mich nachträglich überzeugt, daß die betreffenden Resultate für *P. inuiperinum* ebenfalls Geltung haben[1]).

II.

Beruhen die Austrocknungsbewegungen der Laubmoosblätter vorwiegend auf Schrumpfen oder auf Schrumpfeln?

Des beengten Raumes halber muß ich mich damit begnügen, meine Ausführungen an ein einziges Beispiel zu knüpfen. Als solches mögen nun die Blätter von *Catharinaea* dienen, weil sie von LORCH in der Floraabhandlung von 1907 ausführlich behandelt sind. Sein Endurteil darüber spricht er Seite 84 in folgenden Worten aus: „Wirft man nun die Frage auf, welcher Teil der in Betracht kommenden Gewebe bei *Leptodon* und *Catharinaea Hausknechtii* Jur. et Milde, ob der Inhalt der Zellen oder ihre Membranen es ist, der infolge Einbuße an Wasser die Zusammenziehung erfährt, so kommen nach meiner Meinung in erster Linie die Membranen in Betracht, während dem Inhalt der Zellen mehr eine passive Rolle zufällt." Es ist mir unbegreiflich, wie jemand zu einer solchen Ansicht gelangen kann, der einmal Schnitte durch trockne *Catharinaea*blätter mikroskopisch betrachtet und den Kontraktionsvorgang des lebenden Blattes in Flächenansicht unter dem Mikroskop verfolgt hat.

Man vergleiche nur einmal in unserer Fig. 1 die Bilder a und c mit den entsprechenden b und d. Die ersteren geben den turgeszenten Zustand wieder, die letzteren den lufttrocknen, und zwar auch vom lebenden Gewebe. Man beachte, wie das regelmäßige Maschennetz der Zellwände von a nach dem Wasserverlust in wirren, wulstigen Falten zusammengedrängt ist (Fig. 1b): hier kommt also die Verbiegung der Radialwände klar zum Ausdruck. Die Fig. 1d zeigt aber beim Vergleich mit Fig. 1c, in welchem Maße auch die Tangentialwände nach einwärts gezogen

1) Mein Irrtum hängt anscheinend mit Mängeln der älteren Bestimmungstabellen und Florenbeschreibungen zusammen. Denn meines Erachtens unterliegt es keinem Zweifel, daß BASTIT bei seiner Abhandlung in der Revue générale de Botanique 1891, Bd. 3 in denselben Irrtum verfallen ist. Man prüfe daraufhin seine Textfiguren 69, 70 und 71 S. 419 und besonders die mikroskopischen Zeichnungen Fig. 2 und 3 (Tafel 13), die sich sämtlich auch auf *P. inuiperinum* beziehen sollen. Bei allen fehlen nämlich ebenfalls die umgeschlagenen Säume und bei den Tafelfiguren außerdem die charakteristischen Mamillen an den Endzellen der Lamellen. Und nach den Fig. 11 und 13 der Tafel II von FIRTSCHs Abhandlung über *P. inuiperinum* (diese Ber. 1883, Bd. I S. 83 ff.) zu schließen, hat auch er eine andere Spezies als *inuiperinum* in Untersuchung gehabt, denn auch dort vermißt man die breiten Säume.

werden[1]). Auf solche Bilder trifft man bei den verschiedensten Moosen immer wieder. Die Membranen sind es demnach offenbar nicht, auf deren Schwinden die starke Gewebskontraktion beruht. Im Gegenteil sind die Zellwandmäntel für den geschrumpften Plasmakörper viel zu weit geworden und müssen, seiner Zusammenziehung folgend, überall Falten werfen. Ich denke, dieser Augenschein spricht deutlich genug gegen LORCH! Seine Ansicht läßt sich aber auch durch einen besonderen Versuch widerlegen.

Es handelt sich hierbei darum, bei dem Wasserverlust der

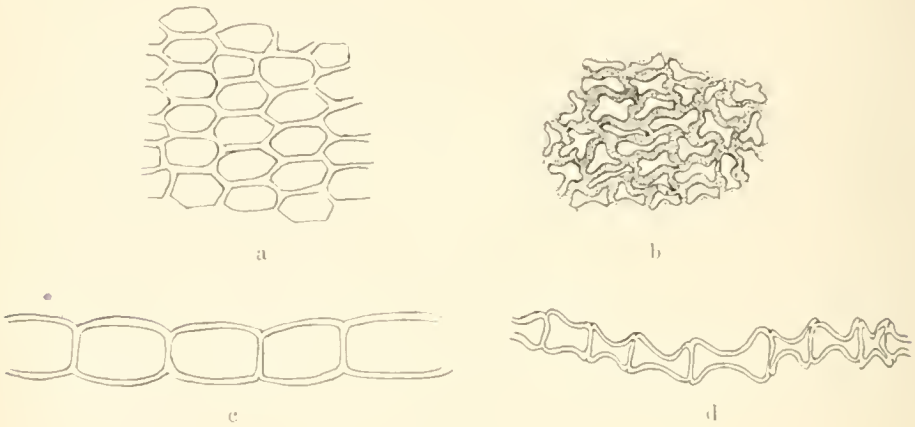


Fig. 1.

Blatt von *Catharinaea undulata*; a und b Stücke in Flächenansicht, c und d Stücke dünner Querschnitte. Die Figg. a und c stellen die Form der Zellen dar, wenn sie turgeszent oder ohne Schrumpfeln getrocknet sind; dagegen geben die Figg. b und d den geschrumpfelten Zustand wieder.

Blätter die Membranschrumpfung zur vollen Geltung kommen zu lassen, während der Kohäsionszug des Zellinhalts ausgeschlossen wird. Bei Antheren habe ich dies mehrfach mit Hilfe der Luftpumpe erzielt (vgl. diese Ber. 1909, S. 2 ff.). Bei lebenden Moosblättern ist mir dieses Verfahren jedoch niemals gelungen; bei *Catharinaea* bin ich aber auf folgende Weise zum Ziele gelangt.

1) Die Bilder der Figg. 1 b und d gehen beim Zusatz von Wasser zu den trockenen Gewebsstücken wieder in die der Figg. 1 a und c über. Übrigens hängen diese beiderlei Veränderungen bei der Ab- und Zunahme des Wassergehalts nicht davon ab, ob die Zellen lebend sind. Denn wochenlang in absolutem Alkohol aufbewahrte Blätter verhalten sich in dieser Beziehung wie lebende.

Mehrere frische, völlig turgeszente Blätter von *Catharinaea undulata* wurden auf einem Objektträger der Austrocknung überlassen. Sie schwinden dabei, schnell sich kräuselnd und verdrehend, zu winzigen Flöckchen zusammen; sie entfalten sich aber in Wasser ebenso schnell wieder, ohne daß in den lebenden Zellen irgendein Luftbläschen aufträte. Wenn man aber zu den lufttrockenen Gebilden statt Wasser die gewöhnliche zu mikroskopischen Einschlüssen verwendete Glyzerin-Gelatine (MERCK) zusetzt, so geht zwar ebenfalls die volle Entfaltung der Gewebe vor sich; es zeigt sich aber vielfach in ganz ausgedehnten Bezirken derselben ein Verhalten, das von dem eben geschilderten verschieden ist. In diesen Regionen ist nämlich Zelle für Zelle durch eine große, scheinbar das ganze Lumen einnehmende Gasblase erfüllt. Ihr Auftreten erklärt sich dadurch, daß die Zellwände unter der Zufuhr des Wassers aus der Gelatine entfaltet sind, daß dieses aber nicht schnell genug hat in das Lumen eindringen können. In diesen Zellen hat sich daher das Plasma teilweise von der Wand gelöst oder es ist im Zellsaft selbst ein Riß eingetreten; sie sind, wie man kurz sagen darf, „gesprungen".

Man schneide nun solche Stücke, die aus Tausenden gesprungener Zellen bestehen können, heraus, befreie sie unter dem Simplex mit dem Messer von etwa noch vorhandenem intakten Gewebe, spüle die Gelatine in warmem Wasser ab und trockne sie schnell zwischen Löschkarton, der etwas beschwert ist (damit die Gewebe sich dem Karton besser anschmiegen und rascher ihr Wasser verlieren). Sie dürfen nämlich vorläufig noch nicht lange mit Wasser in Berührung bleiben, weil ihre Blasenräume noch sehr luftverdünnt sind und durch den äußeren Luftdruck bald mit Wasser wieder ausgefüllt werden würden, während es für den Versuch doch darauf ankommt, sie zu erhalten. Daher tut man wohl, die Gewebsstücke etwa eine Stunde lang zwischen dem Karton zu belassen. Nach dieser Zeitspanne ist inzwischen so viel Luft eingedrungen, daß die Blasen längere Zeit im Wasser bestehen bleiben. — Nunmehr sind die Gewebe zu unserem Versuche hinlänglich vorbereitet. Nimmt man sie nämlich aus dem Wasser wieder heraus, während die Blasen überall in den Zellen noch vorhanden sind, und überläßt sie von neuem dem Austrocknen in freier Luft, so bewahren jetzt die Gewebsstücke im lufttrocknen Zustande ganz die Form des turgeszenten: sie kräuseln sich nicht und verdrehen sich nicht, sondern bleiben flach ausgebreitet. Ihre Zellen werfen keine Falten, sondern behalten das gleichmäßig sechsseitige Maschengewebe des lebenden Blattes. Unsere Fig. 1a ist nach einem

solchen Stück gezeichnet[1]). Dabei ist eine nennenswerte Abnahme der Dimensionen nicht zu bemerken; der klarste Beweis dafür, daß die Membranschrumpfung für sich die natürlichen Kontraktionen der Blätter hervorzubringen gar nicht imstande ist. Ausgeschaltet war bei dem Ergebnis für jede Zelle nur der zentripetale Kohäsionszug. Schaltet man ihn wieder ein — was leicht geschehen kann, indem man die Versuchsstücke nunmehr so lange im Wasser verweilen läßt, bis die Blasen dadurch wieder verdrängt worden sind —, so stellt sich beim erneuten Austrocknen auch die natürliche Schrumpfelung mit ihrer außerordentlichen Kontraktion, ihren Kräuselungen, Faltungen usw. von neuem ein.

Daß die Verbiegungen des ganzen Blattes großenteils durch den Widerstand bedingt sind, den die derberen gestreckten Elemente der Rippe und der Ränder leisten, braucht nicht weiter klargelegt zu werden. Eine zweite Ursache zur Deformation der Laubmoosblätter beim Wasserverlust ist aber vielfach durch die verschiedene Orientierung der Längsachsen von den Blattzellen gegeben. Denn in diese Richtung fallen jedesmal die Hauptfalten der Membran, senkrecht dazu findet also die stärkste Kontraktion statt. Oft sind z. B. die Blattzellen in der Nähe der Basis oder Spitze und Rippe nach der Längsrichtung des Blattes gestreckt, während sie im übrigen Gewebe eine andere Lage haben. Dies hat natürlich Ungleichmäßigkeiten in der Kontraktion zur Folge; doch ist hier nicht der Ort, näher auf solche Einzelheiten einzugehen.

III.

Wird der zentripetale Zug innerhalb jeder Zelle durch physikalische Adhäsion oder durch Plasmodesmen auf die Membran übertragen?

Die eigenartigen Kontraktionen der Blattzellen hat LORCH bei *Catharinaea* wohl gesehen, ja er hat dieselben von dem „Schwellgewebe" des *Polytrichum*blattes, das sich zwischen Scheide und Spreite ausbreitet, sogar eingehend beschrieben, jedoch habe ich in seinen beiden größeren Abhandlungen von 1907 und 1908 vergeblich nach einem Worte der Erklärung dafür gesucht. Erst nach dem Erscheinen meines ersten Berichtes über das *Polytrichum-*

1) Auch Fig. 1 c ist nicht nach turgeszentem Material, sondern nach einem Schnittpräparat durch solches hergestellt, das erst als Schnitt ausgetrocknet wurde und darum nicht schrumpfelte, weil alle Zellen geöffnet waren (vgl hierzu z. B. Fig. 2 S. 170 im vor. Jahrg. dies. Ber. nebst den Bemerkungen S. 173).

blatt (vom Juni 1908) taucht am Schlusse seiner Entgegnung hierauf (vom Februar 1909 S. 56) die Andeutung auf, daß die Fältelung beim *Polytrichum*blatte an zarten Zellen durch den Zug von Plasmodesmen hervorgebracht sein könne. Auf S. 464 seiner zweiten Entgegnung wendet er dann diesen Gedanken speziell auch auf die Blattzellen von *Catharinaea* an. Wenn nun eine solche neue Annahme allgemeinere Bedeutung erlangen soll, so muß sie sich eine Prüfung gefallen lassen, wie weit sie zum Verständnis der bekannten einschlägigen Tatsachen ausreicht. Ich stelle daher hier 6 Einwände zusammen.

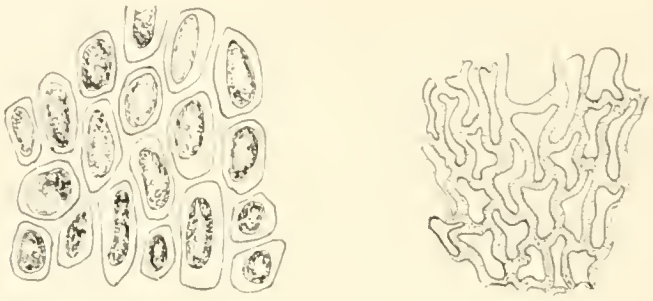
1. Der erste ist bereits früher gemacht (diese Ber. 1909, S. 173), aber von LORCH außer acht gelassen. Im Anschluß an unsere Fig. 1d erinnere ich noch einmal an ihn, indem ich auch auf Fig. 7 Tafel V der Flora von 1903, Bd. 92, oder Fig. 12b S. 675 des Biol. Zentralbl. von 1906 Bd. 26 sowie auf Fig. 3 S. 172 uns. Ber. vom Jahre 1909 (bei der Stelle a) verweise. Es handelt sich dabei um die schon früher erwähnte, so überaus verbreitete Einwärtsbewegung freier Außenwände, nach denen gar keine Plasmodesmen verlaufen. Für sie versagt LORCHs Annahme völlig.

2. In der Festschrift für SCHWENDENER ist (S. 167) darüber berichtet, daß auch plasmolysierte Stücke von Moosblättern das Schrumpfeln erleiden. Da aber bei rascher und starker Plasmolyse die überdehnten Plasmodesmen jedenfalls größtenteils zerrissen werden, so spricht auch diese Tatsache gegen LORCH. Nun widerstehen die Moosblattzellen der Plasmolyse bekanntlich ungemein. Um also mit größeren Gewebsstücken operieren zu können und ein rasches und starkes Abrücken des Plasmakörpers von der Membran zu erzielen, habe ich neuerdings das Verfahren eingeschlagen, Moosblätter mit gesättigter Salpeterlösung bei erhöhter Temperatur zu behandeln. Es kommt ja nicht darauf an, ob der Protoplast dabei lebendig bleibt, wenn er nur in wenigen Augenblicken gezwungen wird, als Ganzes weit von der umgebenden Membran abzurücken, während sich zwischen ihn und die letztere eine klare Flüssigkeitsschicht einschiebt.

Das Verfahren führt sowohl bei *Catharinaea* (namentlich bei den basalen Zellen), als bei anderen Moosen rasch zum Ziele. Der Abwechslung halber ist in Fig. 2 ein Battstückchen von *Mnium rostratum* zur Darstellung gebracht, die erste Abbildung veranschaulicht den Zustand der „Plasmolyse", die zweite zeigt die lufttrockene Form solcher Gewebe; die Zellen sind wie unter normalen Lebensverhältnissen geschrumpfelt, obwohl die Plasmodesmen

schwerlich noch intakt waren; zuerst ist die klare Flüssigkeitszone geschwunden; dann hat sich auch das Plasma noch zusammengezogen, und stets ist die Hüllmembran diesem Zuge gefolgt[1]).

3. Um die behauptete Wirkung der Plasmodesmen sicher auszuschalten, kann man auch von dem Trockenzustand ausgehen, unter Beachtung der Anmerkung 2 S. 108 meiner Abhandlung über Luftdurchlässigkeit von Moosblättern (Flora 1903 Bd. 92). Dort heißt es nämlich: „Diese Formveränderungen" (sc. bei Änderung des Wassergehalts) „sind unabhängig davon, ob der Protoplast bei der Deformation der Zellwand angeschmiegt, oder ob er bei



a b

Fig. 2.

Mnium rostratum, lebendes Blattgewebe mit konz. Salpeterlösung in der Wärme behandelt; a sofort nach der Behandlung; b nach dem Austrocknen, geschrumpfelt.

Wasserzusatz hantel- oder wurstförmig kontrahiert, inmitten des Zellumens zurückbleibt." Man trifft diese Erscheinung oft bei älteren, stark vertrockneten Blättern. Der Protoplast vermag der auswärtsstrebenden Zellmembran bei Wasserzufuhr nicht zu folgen, und das Wasser dringt daher in den Raum zwischen den Plasmakörper und der Zellwand in breiter Zone ein, ohne daß ein Luft-

1) LORCH wird allerdings vermutlich einwenden, daß die Plasmodesmen auch in diesen Fällen noch intakt geblieben seien. Wenn man aber an Präparaten, wie sie Fig. 2a zeigt, in der klaren Zone zwischen den Protoplasten und der Membran selbst bei tausendfacher Vergrößerung keine solche Fäden zu Gesicht bekommt, so wird dadurch die Auffassung ganz unwahrscheinlich, daß die Membran durch Fäden von solcher Zartheit in dem Maße verbogen werden könnten, wie es Fig. 2b kennzeichnet.

oder Gasbläschen zurückbleibt. Veranschaulicht wird dieser Fall durch Fig. 3a, worin man sich also den Raum zwischen dem dunkelgehaltenen Plasmastrang und der Wand wiederum vollständig mit Wasser gefüllt zu denken hat. Als ich ältere Blätter von *Rhodobryum roseum* aus meinem Herbar in Wasser brachte, zeigte die große Mehrzahl der Zellen sofort dieses Bild. Es ist doch undenkbar, daß hier noch Plasmodesmen in Wirkung treten könnten. Dennoch schrumpfeln solche Zellen in normaler Weise wie lebende (s. Fig. 3b).

4. Wie stellt sich nun LORCH ferner zu der Tatsache, daß

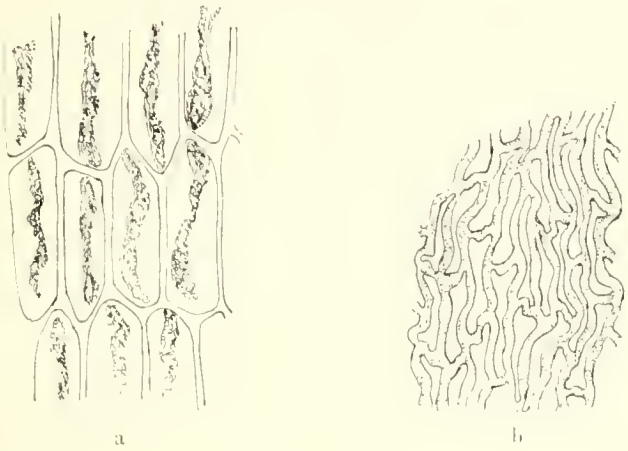


Fig. 3.

Rhodobryum roseum. Blattstücke, von der Fläche gesehen, aus älteren stark ausgetrockneten Blättern; a) ein solches nach Wasserzusatz, der Plasmakörper strangförmig inmitten des Zellraums zurückgeblieben; b) ein gleiches Stück durch Wasserverlust in normaler Weise geschrumpfelt.

nicht bloß die Blattzellen von Moosen, sondern auch viele andere Gewebe, gleichgültig, ob sie noch Protoplasma enthalten oder nicht, in gleicher Weise und gleichem Maße schrumpfeln? Er bemerkt dazu einfach (S. 464 seiner letzten Entgegnung): „Das will gar nichts sagen. Auch „„die Kohäsionswirkung des gesamten Zellinhalts, verbunden mit der physikalischen Adhäsion seiner Oberfläche an der Membran““, reicht nicht aus, um die Faltung der letzteren bei Eintrocknung ausreichend zu erklären.“ Wenn LORCH das wirklich so genau weiß und wir uns in dieser Hinsicht seiner überlegenen physikalischen Einsicht beugen sollen, so wird er für

den Schleudermechanismus der Farnsporangien eine neue und bessere Theorie in Bereitschaft haben müssen. Bisher hat aber für diese Schleuderbewegungen die Erklärung durch Kohäsionsmechanismus sehr allgemeine Anerkennung gefunden.

5. LORCH verlangt aber nicht bloß für plasmahaltige und plasmaleere Zellen, sondern auch für zart- und derbwandigere eine andere Physik. Denn am Schlusse seiner letzten Entgegnung (S. 465) erklärt er ausdrücklich: „meine Annahme bezieht sich nur auf Zellen, die von zarten Membranen umschlossen werden." Nun, ich habe in dies. Ber. v. 1908 S. 405 ff. gezeigt, daß in den Rollblättern von *Elymus arenarius* und *Ammophila arenaria* auch die Stereomfasern durch den Kohäsionszug gefaltet werden; dasselbe ist von den Holzfasern junger kleinfingerdicker *Sambucus*zweige und Weidenschößlinge (im Juni untersucht) berichtet worden (l. c. 1900 S. 388). In Antheren werden ferner Wände von 5 μ verbogen (*Clematis*), im Annulus von *Scolopendrium* solche von 9 μ, im Makrosporangium von *Selaginella* (nahe der Basis des „kahnförmigen" Teils) solche von 11 μ. Daher ist es gar nicht ausgeschlossen, daß die Stereome auch in Moosblättern durch den eigenen Kohäsionszug[1]) in etwa deformiert werden, wenngleich bei ihrer Formänderung auch die Pressung durch die übrigen Zellen mitbeteiligt ist.

6. Auch bei lebenden Zellen im natürlichen Zustande und bei Membranen, die tatsächlich von Plasmodesmen durchsetzt sind, muß die Zugwirkung der letzteren in Anbetracht ihrer Zartheit geringfügig erachtet werden im Vergleich zu dem Adhäsionszuge des ganzen Protoplasten, weil dessen gesamte Berührungsfläche mit der Membran unvergleichlich mehr Haftpunkte bietet als die Eintrittsstellen der Plasmodesmen. Über die Festigkeit des Kontaktes zwischen Membran und Plasmakörper läßt man sich zudem leicht dadurch zu einer unrichtigen Vorstellung verleiten, daß ihr Zusammenhang bei der Plasmolyse meist ohne Schwierigkeiten gelöst wird. Dies hat aber m. E. nur darin seinen Grund, daß den Anziehungskräften der beiderlei Oberflächen durch die dazwischen eindringende Flüssigkeit hinreichend genügt wird.

IV.

Die Längskrümmungen der *Polytrichum*blätter.

Bei meiner ersten Mitteilung über die Roll- und Faltblätter von *Polytrichum* und einigen Dünengräsern (diese Ber. 1908, S. 401)

1) Die Wirkung desselben ist dadurch sehr beschränkt, daß die Lumina z. T. sehr eng sind

kam es mir weniger auf die Bekanntgabe von Details, als darauf an, „für früher schon behandelte Probleme (mittels der Kohäsionstheorie) neue Gesichtspunkte zu gewinnen." Daher habe ich mich dort auf die transversalen Bewegungen der *Polytrichum*-blätter beschränkt und nur in einer Fußnote angemerkt (S. 402), daß die longitudinalen durch diese Theorie ebenfalls ihre Erklärung finden. Da aber meine bisherigen Darlegungen bei LORCH einen so heftigen Widerspruch gefunden haben, so dürfte es sich doch empfehlen, noch zu zeigen, mit welcher Leichtigkeit sich auch jene Längskrümmungen der *Polytrichum*blätter von den oben zur Darstellung gelangten Gesichtspunkten aus in ihren Ursachen durchschauen lassen.

Unter den longitudinalen Krümmungen beim Wasserverlauf fällt nun am meisten eine gelenkartige Biegung des Blattes auf, die auf die Stelle beschränkt ist, wo Scheide und Spreite ineinander übergehen. Nach GIESENHAGENs Mitteilung hat zuerst STOLZ (s. Flora 1902, Bd. 90, S. 312 ff.) in dieser Gegend das „Schwellgewebe" aufgefunden, von dem in unseren Zeilen (s. S. 24) schon früher die Rede war, und dessen Schrumpfelung später von LORCH (Flora 1908, S. 93 und 94) der Form nach aus der Flächenansicht eingehend beschrieben worden ist.

Daß diese Schrumpfelung zu einer Längskrümmung führt, ist durch den Widerstand bedingt, den das übrige Gewebe jener Region leistet. Denn da dieses vorwiegend aus schmaleren längsgestreckten Elementen besteht, so vermag es sich in der Längsrichtung des Blattes kaum zu verkürzen. Das die Oberseite dieser Zone einnehmende Schwellgewebe ist dagegen großenteils aus quertangential gestreckten Zellen aufgebaut, deren Schrumpfelfalten daher hauptsächlich ebenfalls quer streichen und somit bewirken, daß die stärkste Kontraktion dieses Gewebes in die Längsrichtung des Blattes fällt.

An die genannte Gelenkkrümmung schließt sich aber auch eine longitudinale Einwärtsbiegung der Spreite an. Sie wird leicht verständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, welche Folgen die Deformation haben muß, der die Assimilationslamellen beim Wasserverlust unterliegen. Wie in der Fig. 3, S. 172 des vor. Jahrg. dies. Ber. angedeutet[1]) ist, werden nämlich die freien Außenwände der Assimilationszellen beim Austrocknen sehr stark einwärts gezogen, ähnlich wie dies in unserer Fig. 1d der Fall ist. Stellt

1) In Wirklichkeit geht die Einziehung der freien Außenwände der Einzelzellen in ihrem mittleren Teile viel weiter, als es dort gezeichnet ist.

man sich diese Figur einmal als Schnittstück einer *Polytrichum*-lamelle in lufttrockenem Zustande vor und 1c als entsprechenden Schnitt des turgeszenten, so wird man aus der Schlängelung, die die Flucht der Außenwände beim Wasserverlust erfahren hat, auf eine starke Längskontraktion der ganzen Lamelle (parallel zur Rippe) schließen müssen. Diese Verkürzung findet aber bei den längsgestreckten Elementen der Rippe nicht statt; somit muß eine longitudinale Einwärtskrümmung der ganzen Spreite zustande kommen.

Daß diese Bewegung erst später erfolgt, als die Krümmung im Gelenk, von der vorher die Rede war, wird auf den Unterschied des Plasmas in den Zellen der Lamellen und des Schwellgewebes zurückzuführen sein. Denn das letztere ist zwar ursprünglich auch chlorophyllhaltig, aber viel durchsichtiger, also auch wasserreicher als dasjenige des Lamellengewebes. — LORCH hat nun an den isolierten Lamellen und an der Rippe für sich auch noch Längskrümmungen beobachtet. Ich gehe aber auf diese Einzelheiten hier nicht ein, in der Annahme, daß unser Thema in seinen Hauptzügen mit der Kohäsionstheorie für diesmal genügend durchleuchtet worden ist.

Lippstadt, 29. Januar 1910.

4. Johannes Schtscherback: Über die Salzausscheidung durch die Blätter von Statice Gmelini.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 7. Februar 1910.)

Einigen Vertretern der Halophytenflora der Umgebung von Odessa kommt in hohem Grade die Fähigkeit zu, sich vom Überschuß der Salze zu befreien, indem dieselben durch die Blätter nach außen ausgeschieden werden. Hierher gehören in erster Linie zwei Arten von *Statice*, *S. Gmelini* und *S. tatarica*, dann *Tamarix gallica*, *Frankenia pulverulenta* und *hirsuta*. Der ziemlich selten vorkommenden *Statice latifolia* geht die Fähigkeit zur Salzausscheidung fast gänzlich ab, während *Statice Gmelini* dieselbe in hohem Grade besitzt und deswegen den Boden mit ganz enormem Salzgehalt ganz gut ertragen kann. Die Pflanze wächst auch vorzüglich in

ganz salzarmem Boden. In Abhängigkeit vom Salzgehalt im Substrate ändert sich auch das äußere Aussehen der Pflanze, indem die Merkmale der Xerophyten in größerem oder geringerem Grade auftreten. Ebenso große Anpassungsfähigkeit an verschiedenen Salzgehalt des Bodens besitzt *Tamarix*, während *Frankenia* Salzboden bevorzugt. An den letzteren zwei Pflanzen treten die Salzausscheidungen als winzige weiße Pünktchen an den Blättern auf. Bei *Statice* sind die Blätter manchmal mit einer glänzenden Salzkruste bedeckt. Die mikrochemische Untersuchung dieser Sekrete ergab, daß dieselben hauptsächlich aus Chloriden und Sulfaten von K, Na, Mg bestehen.

Statice Gmelini erträgt vorzüglich Wasserkultur (CRONEsche Nährlösung mit Zusatz von 3 pCt. NaCl). Die Rhizome treiben bald Wurzeln. Die Ausscheidung von NaCl durch die Blätter vollzieht sich dabei sehr intensiv.

Das Studium des Ausscheidungsmechanismus wird durch den Umstand erleichtert, daß sogar abgeschnittene Blätter mit den Blattstielen in Wasser bzw. verschiedene Salzlösungen versetzt, die Ausscheidung ungestört weiter fortsetzen.

Durch mikroskopische Beobachtung kann man sich leicht überzeugen, daß die Salze durch die Tätigkeit der von DE BARY[1]) VOLKENS[2]), WORONIN[3]), VUILLEMIN[4]) beschriebenen Drüsen aus der Pflanze entfernt werden.

Versuche mit den abgeschnittenen Blättern von *Statice Gmelini*.

In einer Serie von Versuchen wurden abgeschnittene Blätter mit den Blattstielen in Reagensgläser mit reinem Wasser resp. verschiedenen Salzlösungen gesetzt, in einer anderen ließ ich die Blattstücke auf der Oberfläche der Lösungen mit der Oberseite schwimmen. Im ersten Falle, wenn die Blätter unter einer Glasglocke sich befanden, erschienen schon nach kurzer Zeit große Tropfen an den Blättern, sonst (ohne Glocke) waren nur feste Salzausscheidungen zu beobachten und zwar in der Form von weißen Stäbchen, die immer an Größe zunahmen und schließlich die Gestalt gekrümmter wurmförmiger Fäden darstellten. Die auf Wasser schwimmenden Blattstücke gaben nur liquide Sekrete. Der Eintritt und die Schnelligkeit der Sekretion

1) DE BARY, Vergleich. Anatomie, S. 113.
2) Ber. bot. Ges., Bd. II, S. 334 (1884)
3) Bot. Ztg., 1885, S. 177.
4) Ann. scienc. nat (7). Tome V, S. 152 (1887).

lassen sich mittels einer Lupe genau bestimmen und in dieser Weise kann der Vergleich der Intensität der Ausscheidung unter verschiedenen Bedingungen ausgeführt werden.

Reines Wasser:

Von frisch abgeschnittenen Blättern der *Statice Gmelini* wurde die Salzkruste entfernt, sodann wurden die Blätter mit den Blattstielen ins Wasser versetzt. Am nächsten Tage schieden dieselben Salz aus, auch am dritten. Unter eine Glocke gebracht, sezernieren die Blätter noch längere Zeit weiter reines Wasser. Das Blatt befreit sich also allmählich von Salzen. Die Fähigkeit zur Wasserausscheidung bleibt an den abgeschnittenen Blättern acht Tage und mehr erhalten. Bei den schwimmenden Blattstücken beträgt die Dauer der Wasserausscheidung 3—5 Tage. Schon nach ½ Stunde vom Beginn des Versuches an kann man kleine Tropfen an den Blättern beobachten.

NaCl:

Ganze Blätter, in eine 5proz. NaCl-Lösung mit den Blattstielen gesetzt, scheiden festes Salz aus, in der Form oben beschriebener weißer Stäbchen. Blattstücke auf 5 pCt. NaCl zeigen kräftige Ausscheidung der Lösung. In 10 pCt., 15 pCt. — geringfügige Ausscheidung. Auf 20 pCt. — keine Sekretion, es tritt ein rasches Absterben der Blätter ein. Für 2 pCt., 3 pCt. NaCl bleibt die Energie der Sekretion ungefähr dieselbe wie auf reinem Wasser, für höhere Konzentrationen nimmt sie ab.

NH_4Cl (Versuche mit Blattstücken):

5 pCt., 3 pCt., 1 pCt. — Wassersekretion ist geringer als für reines Wasser, die Blätter sterben rasch ab.

KCl (Blattstücke):

2 pCt. — Ausscheidung ein wenig schwächer als für Wasser bzw. 2 proz. NaCl-Lösung.

Na_2SO_4:

1 pCt. — kräftige Sekretion des Natriumsulfats.

K_2CO_3, Na_2CO_3 wirken schon in geringer Konzentration giftig auf die Blätter und verursachen ein rasches Absterben derselben.

KNO_3:

5 pCt — rasches Absterben.

1—2 pCt. — beträchtliche Sekretion, allerdings schwächer als in reinem Wasser, im Sekrete Reaktion mit Diphenylamin.

K_2SO_4:

2 pCt. — die Kraft der Ausscheidung ist geringer als im Wasser, im Sekrete — starke Reaktion auf SO_4.

K_2HPO_4:

2 pCt. — Ausscheidungskraft bedeutend geringer als im Wasser, Reaktion auf Phosphorsäure in der ausgeschiedenen Flüssigkeit.

1 pCt. — gleich wie in reinem Wasser.

Na_2SO_3:

3 pCt. — die Ausscheidung ebenso kräftig wie in reinem Wasser.

$Na_2S_2O_3$:

2 pCt. — die Kraft der Ausscheidung = 0.

¼ pCt. — geringfügige Ausscheidung.

Nach dem Übertragen aus dieser Lösung auf reines Wasser steigt die Kraft der Sekretion wieder.

$MgSO_4$:

5 pCt. — kräftige Sekretion.

3 pCt. — die Sekretion ist ebenso kräftig wie im Wasser, im Sekrete sind große Quantitäten $MgSO_4$ nachweisbar.

$Ca(NO_3)_2$:

5 pCt. — rasches Absterben des Blattes.

2 pCt. — sehr schwache Sekretion, Absterben des Blattes.

½ pCt. — die Energie der Ausscheidung ist geringer als in reinem Wasser, im Sekrete — schwache Reaktion auf Ca und NO_3, in den Blattzellen sind dagegen größere Quantitäten von $Ca(NO_3)_2$ nachweisbar. Nach Übertragen auf reines Wasser steigt die Energie der Sekretion wieder.

$CaCl_2$:

½ pCt. — die Sekretionskraft ist schwächer als in reinem Wasser, im Sekrete — schwache Reaktion auf Ca, starke — in den Blattzellen.

Organische Verbindungen:

Saccharose:

16 pCt. — sehr schwache Sekretion.

8 pCt. — Sekretion schwächer als im Wasser.

4 pCt. — die Kraft der Ausscheidung ist ebensogroß wie im Wasser.

Im Sekrete — keine Reaktion auf Zucker.

Dextrin:

3 pCt. — Sekretion bedeutend schwächer als im Wasser. Dextrin ist im Sekrete nicht nachweisbar.

Inulin:

2 pCt. — die Sekretion ist schwächer als in reinem Wasser, im Sekrete nach Zusatz von Alkohol sind Sphaerokristalle von Inulin zu beobachten.

Mannit:

1 pCt. — die Kraft der Wassersekretion gleicht derjenigen in reinem Wasser. Im Sekrete — Reaktion mit α-Naphtol.

Asparagin:

Gesättigte Lösung — kräftige Sekretion, aus dem Sekrete fallen nach dem Verdunsten Kristalle von Asparagin aus.

Harnstoff:

4 pCt. kräftige Wasserausscheidung, im Sekrete nach dem Verdunsten — Kristalle von Harnstoff.

Verschiedene Stoffe befördern also resp. hemmen die Sekretion in verschiedenem Grade. Am meisten fördernd wirken Sulfate und Chloride von Na, K und Mg. Calciumverbindungen wirken stark hemmend. Auffallend ist auch besonders der hemmende Einfluß des Zuckers auf die Sekretion, trotzdem die Blätter in dessen Lösung längere Zeit als in reinem Wasser resp. Salzlösungen am Leben bleiben. Die Kraft der Sekretion steht in keinem Zusammenhang mit der Größe des Turgordruckes in den Blattzellen. Die Bestimmung desselben in den Epidermiszellen gab folgende Werte: a) Blattstücke 6 Stunden im Wasser — kräftige Sekretion. Der Beginn der Plasmolyse tritt in 2,75 pCt. NaCl ein. b) 6 Stunden in 16 proz. Rohrzucker-Lösung — keine Sekretion. Der Eintritt der Plasmolyse der Blattzellen — in 4 pCt. NaCl.

Was überhaupt die Größe des Turgordruckes in den Blattzellen von *Statice Gmelini* betrifft, so beträgt dieselbe an einigen Exemplaren sehr hohe Werte. Es trat an einem Blatte von *Statice Gmelini* der Beginn der Plasmolyse in folgenden Salzkonzentrationen ein: 7 pCt. NaCl, 6 pCt. NH_4Cl, 12 pCt. KNO_3, 60 pCt. Saccharose, 14 pCt. $Ca(NO_3)_2$. Der innere Druck beträgt also 35—40 Atm.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, für die Anregung und Unterstützung bei dieser Arbeit meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. W. ROTHERT, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Odessa, Botanisches Laboratorium der Universität.

5. T. F. Hanausek: Über die Perikarphöcker von Dahlia variabilis (W.) Desf.

(Mit Tafel I.)

(Eingegangen am 11. Februar 1910.)

An einem Querschnitte der Frucht von *Dahlia variabilis* beobachtet man ein sehr eigentümliches Verhalten der Perikarp-Oberhaut. Diese erscheint stellenweise, ohne irgendeine Regelmäßigkeit einzuhalten, zu kleinen Höckern erhoben (Taf. I, 1, tr), auf denen eine, zwei oder drei, ziemlich dickwandige Zellen wahrnehmbar sind; auch die beiden Flügel der Frucht zeigen diese Höcker. (I, F.)

Zur Erläuterung der anatomischen Beschaffenheit dieser Höcker ist eine kurze Angabe der Gewebefolge des Perikarps notwendig. Der Bau des Kompositenperikarps prägt sich, wie ich jetzt nach Untersuchung zahlreicher Gattungen übersehen kann, in drei oder vier Haupttypen aus. Der häufigste, auch bei *Dahlia* in Betracht kommende Typus charakterisiert sich durch folgende Gewebeanordnung. Unter der Epidermis (I, 1), die häufig die bekannten Zwillingshaare oder auch zweireihige Etagendrüsen (nicht bei *Dahlia*) trägt, liegt ein Hypoderma, das entweder bis zur Fruchtreife persistiert und ein vollständig ausgebildetes Gewebe darstellt wie bei *Helianthus*[1]), oder es wird in der heranwachsenden Frucht allmählich reduziert und ist in der reifen Frucht nur mehr in Rudimenten erhalten; dies ist bei *Dahlia* der Fall. Darauf folgt der Schutz- und Festigungsmechanismus der Fruchtschale, eine aus einzelnen Bastbündeln (I, 4) oder aus einem kontinuierlichen Bastfasermantel geschaffene Schutzscheide, an deren Außen-, dem Hypoderm zugewandten Seite jene merkwürdige schwarze, kohleähnliche Masse angelagert ist, über die ich schon mehrmals[2]) berichtet habe und demnächst eine zusammenfassende Arbeit zu veröffentlichen gedenke. An der Innenseite der mechanischen Scheide liegt ein verschieden gestaltetes Parenchym, das mit der Innenepidermis abschließt. Dieses Parenchym zeichnet sich bei *Dahlia* durch eine sehr auffällige spangrüne Färbung nach Einwirkung

1) Ber. d. D. B. G., 1902, Bd. XX, S. 449 ff.

2) Vgl. die Zusammenstellung in Ber. d. D. B. G., 1908, Bd. XXVIa, S. 292, Note 1. — Die oben vermerkten Haupttypen des Perikarpbaues sind nicht mit den von HEINECK aufgestellten vier Typen zu verwechseln, die sich nur auf die Anordnung der mechanischen Zellen beziehen.

heißer Kalilauge aus. Nun folgt am Querschnitte die Samenschale (I, 5) und der Embryo (I, 6).

Wie schon bemerkt, ist der größte Teil des Hypoderms bei *Dahlia* geschwunden, doch sind jene Partien, die unter den Höckern liegen, in einer sehr bemerkenswerten Weise entwickelt und erhalten geblieben. Unter jedem Höcker befindet sich ein Bündel gestreckter, sklerenchymatischer, stark verholzter Zellen mit reichlicher Porenentwicklung (II, 2^1 und III); die Zellen sind stets radial, also senkrecht zur Fruchtoberfläche gestellt, mitunter auch durch Querwände geteilt (III, rechts), in ihrem Querschnitte polygonal oder rundlich und in verschiedener Anzahl vorhanden. Kleinere Bündel haben einen rundlichen, größere mit 10 und mehr Zellen einen elliptischen Querschnitt. Außer den Sklereidenbündeln sind noch dort, wo die Oberhaut der sogenannten „Kohlenschicht" naheliegt, Residua des Hypoderms in Gestalt sehr dünnwandiger, oft unvollständiger Zellen erhalten (II, 2).

Was nun den Bau des Höckers betrifft, so läßt sich Folgendes feststellen: Dem Sklereidenbündel sitzen eine, zwei oder mehrere dünnwandige Zellen auf, von der Beschaffenheit der Epidermiszellen (II, über 2^1); diese tragen eine Triade von stark verdickten (aber nicht oder nur schwach verholzten) inhaltsleeren Zellen, die über die Epidermis hervorragen (II, tr; IV). Am Fruchtquerschnitt (II) bemerkt man in der Regel nur eine oder zwei dieser Zellen, nur bei ganz besonders glücklicher Schnittführung können alle drei sichtbar werden. Viel besser gelingt die Demonstration der Triade, wenn man von aufgeweichten Früchten die nur locker anliegende Oberhaut abschabt und in Phlorogluzin-Salzsäure einlegt; an einem solchen Präparate kann man nicht nur die Triade von oben bequem sehen (V, tr), sondern auch von der Seite, da sich häufig dieselbe, von dem starren Sklereidenbündel nach aufwärts gedrängt, zur Seite neigt und die Lagerung der drei Zellen klar hervortreten läßt. Fig. IV ist nach einem solchen Präparat gezeichnet. Die Triade setzt sich aus zwei basalliegenden Zellen zusammen, die auf und zwischen sich die dritte oberste tragen. Die Außenwände sind porenlos und stärker verdickt als die den drei Zellen gemeinschaftlichen Wände, die auch noch reich porös getüpfelt sind. Sehr eigentümlich präsentiert sich die Triade von der Fläche (V, tr). Die zwei basalen Zellen bilden eine mehr oder weniger unregelmäßige Ellipse mit dünner Scheidewand, die Gipfelzelle tritt nur bei hoher Einstellung hervor und zwar sieht man von ihr nur die mit den beiden anderen Zellen gemeinschaftliche Wand, die durch ihren

Porenreichtum sich kenntlich macht. In Fig. V tr sind beide Einstellungen gewissermaßen kombiniert.

Da das Hypoderm größtenteils resorbiert ist, so bildet die Oberhaut eine Art Sack über dem übrigen Fruchtteil; sie ist mit diesem nur durch die radial gestellten Sklereidenbündel verbunden. Den Sklereidenbündeln kommt demnach eine zweifache Aufgabe zu: Sie fixieren die Epidermis an das Perikarp und sind zugleich die Träger oder Stützen der auf ihnen ruhenden Zwischenzellen und der Zellentriade.

Ich muß hier ausdrücklich bemerken, daß sich Kalilauge zur Darstellung dieser Verhältnisse schlecht eignet; die Präparation mit Phlorogluzin-Salzsäure (und Einlegen in Glyzerin) scheint mir am geeignetsten zu sein, um die Triade von der Epidermis scharf abheben zu lassen. Die Epidermiszellen besitzen eine dickstreifige Kutikula (V, cu) und führen gruppenweise einen braunen, an die Wand angelagerten Farbstoff; dieser färbt sich in Kalilauge gelbbraun und füllt das Lumen homogen aus; Salzsäure löst ihn karminrot (V, pi). Auch findet man hie und da zusammengeschrumpfte, aus mehreren Zellreihen zusammengesetzte Haare, die aber mit den Zellentriaden nichts zu tun haben.

Die Frage über die Bedeutung und die Aufgabe dieses Höckerapparates muß einstweilen unbeantwortet bleiben. Als ein Exkretionsorgan kann er wohl nicht angesehen werden, da die verdickten Wände der Triade und ihr Mangel an Inhalt dagegen sprechen. Zum mindesten gilt dies für die reife Frucht. Wir müssen also einstweilen die Triade als ein Trichom ohne drüsigen Charakter und ohne Entwicklung eines haar- oder schuppenförmigen Teiles betrachten, also als ein verkümmertes Organ. Wozu aber ein so bedeutender, mechanisch als Stütze wirkender Apparat aufgewendet wird, entzieht sich jeder Erklärung. Vielleicht gibt die Entwicklungsgeschichte darüber Auskunft.

Erklärung der Tafel I.

I. Querschnitt beiläufig durch die Mitte der Frucht von *Dahlia variabilis*. Vergr. ca. 50.

II. Partie eines Querschnittes durch das Perikarp (mit Ausschluß des inneren Parenchyms). In Kalilauge. Vergr. 400.

III. Sklereiden des Höckers in Phlorogluzin-Salzsäure.

IV. Zellentriade des Höckers in demselben Reagens.

V. Stück der Epidermis von der Fläche.

F. Flügel, tr Triade, cu Kutikula, pi Pigment; 1 Epidermis, 2 Hypodermrest, 2' Sklereiden, 3 sog. „Kohleschicht", 4 Bastfaserbündel, 5 Samenhaut, 6 Embryo.

6. H. Schroeder: Über den Einfluß von Außenfaktoren auf die Koleoptilenlänge bei Oryza sativa und einigen anderen Gramineen.

(Eingegangen am 16. Februar 1910.)

In seinen überaus anregend geschriebenen „Elementen der exakten Erblichkeitslehre" betont JOHANNSEN die Notwendigkeit einer Benutzung der variationsstatistischen Methoden für das Studium der Einwirkung von Außenbedingungen auf die Lebenserscheinungen[1]), da diese Methoden allein es uns ermöglichen, die gefundenen Durchschnittswerte — mit denen zu arbeiten uns die fluktuierende Variabilität zwingt — richtig zu beurteilen.

Seine Ausführungen veranlaßten mich, zunächst lediglich zu meiner eigenen Information eine Reihe von Versuchen anzusetzen. Da dieselben aber trotz mehrfacher, zumeist durch ungenügende Hilfsmittel bedingter Mängel einige greifbare Resultate ergaben, scheint mir eine kurze Mitteilung derselben gerechtfertigt.

I. Versuche mit *Oryza*.

Ich wählte Reis[2]) als mein Hauptversuchsobjekt, weil dieser besser als die bei uns kultivierten Gramineen unter recht verschiedenartigen Außenbedingungen zu keimen vermag, und bestimmte die Endlänge der Koleoptile nach Aufhören des Streckungswachstumes, ohne Rücksicht auf die Geschwindigkeit der Zuwachsbewegung. Daher nahm ich die Messungen erst vor, wenn ich annehmen durfte, daß dieser Wachstumsstillstand eingetreten sei, meist 2 bis 3 Tage, nachdem der Durchtritt der Plumula bei der Mehrzahl der Keimlinge sich vollzogen hatte[3]).

Alle Individuen, bei denen dieser Durchbruch bis dahin noch nicht erfolgt war, wurden weggelassen. Es waren dies nachträglich gekeimte Exemplare, deren Koleoptilen späterhin — wie entsprechende Kontrollen lehrten — dieselbe Durchschnittslänge erreichten wie die übrigen. Es hatte somit keine unzulässige Selek-

1) Z. B. Seite 97.

2) Reis von Catalano, HAAGE & SCHMIDT, Erfurt.

3) Dieses Zuwarten hielt ich für notwendig, da ich seinerzeit bei Avena beobachtet hatte, daß die Zuwachsbewegung der Koleoptile mit dem Durchbrechen der Plumula nicht sofort zum Stillstand kommt (Flora Bd. 99, Seite 159.)

tion nach der Koleoptilenlänge, sondern nur eine nach der für meine Untersuchungen gleichgültigen Keimungsgeschwindigkeit stattgefunden. Unter gewissen, ungünstigen Außenbedingungen trat die Plumula überhaupt nicht zutage; in diesen, im folgenden stets gekennzeichneten Fällen erfolgte die Messung, wenn auch ohnedies die Zuwachsbewegung der Koleoptilen aufgehört hatte. Da aber unter diesen Umständen eine Auslese der Nachzügler unmöglich war, sind die so erzielten Ergebnisse mit einem höheren Grade von Unsicherheit behaftet.

Die Messungen selbst erfolgten in üblicher Weise durch Anlegen an ein Lineal, unter Umständen bei kleinen Werten unter Zuhilfenahme des Zirkels.

A. Die Wirkung periodischer Belichtung.

Auf das Studium der Wirkung dauernder Beleuchtung bei konstanter Lichtintensität mußte ich notgedrungen verzichten und mich damit begnügen, Keimlinge, die unter dem natürlichen Wechsel zwischen Hell und Dunkel erwuchsen, mit solchen zu vergleichen, die bei vollkommenem Lichtabschluß kultiviert wurden. In diesem Sinne sind die Bezeichnungen „belichtet" und „dunkel" in den folgenden Tabellen zu verstehen. Da die Versuche über einen längeren Zeitraum sich erstreckten und demgemäß nicht unter durchaus gleichen Bedingungen abliefen, ist es unzulässig, die sämtlichen im folgenden mitgeteilten Messungsresultate unmittelbar miteinander zu vergleichen. Nur aus den Zahlen der gleichen Serie[1]), die aus einer Anzahl von gleichzeitigen Parallelversuchen sich zusammensetzt, können einwandfreie Schlüsse gezogen werden.

a) Wirkung der Belichtung bei Keimung im feuchten Raum.

Tabelle I.

Belichtet:				Dunkel:				Ratio
Serie	Nr.	n	M_1	Serie	Nr.	n	M_2	
III	1	166	1,0139 ± 0,0206	III	3	97	1,6510 ± 0,0256	163
VI	1	88	1,0682 ± 0,0197	VI	2	68	2,1529 ± 0,0331	202

In dieser wie in allen folgenden Tabellen bedeutet n die Anzahl der ausgeführten Einzelmessungen, M_1 und M_2 die mitt-

1) Die Serien sind mit lateinischen, die Einzelversuche mit arabischen Ziffern bezeichnet, und zwar in chronologischer Folge durch die ganze Arbeit. Es darf somit jeder z. B. der Serie III angehörige Versuch, gleichgültig an welcher Stelle er mitgeteilt ist, auf jeden anderen der gleichen Serie bezogen werden.

leren Koleoptilenlängen in Zentimetern. Die mit Ratio bezeichnete Rubrik enthält den Wert x des Verhältnisses $M_1 : M_2 = 100 : x$; gibt also das relative Maß der Verlängerung. Der Angabe der Mittelwerte ist stets die Größe des mittleren Fehlers beigefügt[1]. Seine Kenntnis ermöglicht die Analyse des Zahlenmaterials nach der Formel

$$m_{Diff.} = + \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$$

worin m der gesuchte mittlere Fehler der Differenz; m_1 und m_2 die mittleren Fehler der beiden zu vergleichenden Mittelwerte.

Wir haben mithin folgende Differenzen:

$$M_{III_1} - M_{III_3} = 0{,}6371 + 0{,}0329 \text{ cm und}$$
$$M_{VI_1} - M_{VI_2} = 1{,}0847 + 0{,}0385 \text{ cm}$$

Beide sind also, da sie größer sind als das Dreifache des mittleren Fehlers, zuverlässig real.

Auffallen wird in obiger Tabelle der Unterschied in der mittleren Koleoptilenlänge der beiden Dunkelversuche, III_3 und VI_2, selbst dann, wenn man berücksichtigt, daß es sich um Versuche aus verschiedenen Serien handelt[2]. Es scheint, daß sich hierbei der störende Einfluß von ungleichem Wassergehalt der Luft geltend gemacht hat, denn wie die folgende Zusammenstellung zeigt, hat erhöhte Luftfeuchtigkeit eine Zunahme der Koleoptilenlänge zur Folge.

Tabelle II.

Belichtet mäßig feucht				Belichtet sehr feucht				Dunkel			
Serie	Nr.	n	M_I	Serie	Nr.	n	M_{II}	Serie	Nr.	n	M_{III}
IV	1	89	1,2803 + 0,0273	IV	2	136	1,6176 + 0,0294	IV	3	130	2,4577[3] + 0,0344

1) Er wurde — wie auch der Mittelwert — aus den als Reihen angeordneten Einzelmessungen nach folgenden Formeln berechnet:

$$M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{worin n wie oben die Anzahl der Varianten,}$$

$$\sigma \text{ die Standartabweichung} = \sqrt{\frac{\Sigma\, p\, a^2}{n}}$$

Siehe JOHANNSEN, l. c. Seite 82, 41, 41 (auch DAVENPORT, Statistical Methods etc p. 15), DUNCKER, Die Methode der Variations-Statistik Archiv für Entwicklungsmechanik d. Organismen Bd VIII, Seite 112.

Ich habe mich in der Nomenklatur und bei der Verwendung der Buchstaben durchgängig an JOHANNSEN angeschlossen, da dessen Werk im allgemeinen am leichtesten zugänglich sein dürfte.

Auch ist darauf zu achten, daß ich stets den mittleren — nicht den wahrscheinlichen — Fehler angebe.

2) Siehe Seite 39.

3) Die Verlängerung im Dunkeln, ausgedrückt in Prozent des Wertes bei Belichtung betrug, verglichen mit M_I 192 pCt. und mit M_{II} 151 pCt.

Mit folgenden durchgängig als reale zu bezeichnenden Differenzen der Mittelwerte:

$$M_I - M_{II} = 0{,}4773 \pm 0{,}04013$$
$$M_{II} - M_{III} = 0{,}8401 \pm 0{,}04525$$
$$M_I - M_{II} = 1{,}1774 \pm 0{,}04392$$

Zeigt sich somit in diesem Punkte die Stärke der variationsstatistischen Behandlung, so wird aber gleichzeitig eine für physiologische Untersuchungen nicht zu leugnende Schwäche dieser Methode offenbar, nämlich die mit der Zunahme der Varianten steigende Schwierigkeit, den Einzelindividuen durchaus identische Außenbedingungen zu gewähren, ein Erfordernis, das als unerläßliche Voraussetzung für derartige Studien betrachtet werden muß.

b) Wirkung der Belichtung bei Keimung unter Wasser.

Der Einfluß des ungleichen Wassergehalts der Atmosphäre war eliminiert, wenn die Keimung in einer flachen Schale unter Wasser sich vollzog, wobei dafür gesorgt wurde, daß die Koleoptilen dauernd untergetaucht blieben.

Tabelle III: Keimung unter Wasser.

Belichtet				Dunkel				Ratio
Serie	Nr.	n	Koleoptile cm	Serie	Nr.	n	Koleoptile cm	
I	2	50	$1{,}3620 \pm 0{,}0321$	I	1	67	$3{,}0746 \pm 0{,}0846$	226
I	4	50	$1{,}5140 \pm 0{,}0473$					203
III	2	108	$1{,}7370 \pm 0{,}0271$	III	4	107	$3{,}5281 \pm 0{,}0684$	203

In Serie I unterscheiden sich Nr. 2 und 4 dadurch, daß bei 4 die Samen in einer Glasschale mit Wasser lagen, deren Boden mit einer niederen Sandschicht bedeckt war, in Nr. 2 und 1 fehlte diese. Wie die Differenz zwischen den Mittelwerten I_2 und I_4 zeigt — $0{,}152 \pm 0{,}0572$ — hatte dieser Unterschied keinen sicher erkennbaren Einfluß auf die Koleoptilenlänge. Dagegen sind die Längendifferenzen zwischen den Koleoptilen der belichteten und der unbelichteten Keimlinge durchweg reale, denn es sind:

$$M_{I_2} - M_{I_1} = 1{,}7126 \pm 0{,}0905$$
$$M_{I_4} - M_{I_1} = 1{,}5606 \pm 0{,}0969$$
$$M_{III_2} - M_{III_1} = 1{,}7911 \pm 0{,}0736$$

Es ergibt sich mithin als Mittel aus allen Versuchen, daß durch die periodische Belichtung der Keimlinge die Länge der Reiskoleoptile auf die Hälfte des bei dauernder Dunkelheit gefundenen Wertes herabgedrückt wird; wenigstens bei Keimung

unter Wasser. Für Entwicklung in feuchter Luft wird die Hemmung durch den Lichtreiz ungefähr den gleichen Betrag erreichen, doch werden die in diesem Falle gefundenen Ausschläge gewisse Modifikationen erlitten haben, als deren Ursache Verschiedenheiten im Wassergehalt der Atmosphäre anzusehen sind, und infolgedessen wird der quantitative Ausdruck für die Überverlängerung mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sein.

B. Einfluß der Wasserbedeckung:

Aus den mitgeteilten Zahlen ergibt sich bei anderer Zusammenstellung der Einfluß der Wasserbedeckung auf die Koleoptilenlänge und zwar sowohl bei periodischer Belichtung, als auch bei dauerndem Verdunkeln.

Tabelle IV.

Belichtete Keimlinge:

Feuchte Luft				Wasser				Ratio
Serie	Nr.	n	M_I	Serie	Nr.	n	M_{II}	
I	3	50	0,878 ± 0,0239	I	2	50	1,3620 ± 0,0321	155
				I	4	50	1,5140 ± 0,0473	172
III	1	166	1,0139 ± 0,0206	III	2	108	1,7370 ± 0,0271	172

Die Differenzen reichen auch hier in mehr als ausreichender Weise über die Fehlergrenzen hinaus; denn:

$$M_{I_3} - M_{I_2} = 0{,}4840 \pm 0{,}0400$$
$$M_{I_3} - M_{I_4} = 0{,}6369 \pm 0{,}0529$$
$$M_{III_1} - M_{III_2} = 0{,}7231 \pm 0{,}0340.$$

Ebenso wirkte die Wasserbedeckung bei Lichtabschluß:

Tabelle V.

Dunkelkultur:

Feuchte Luft				Wasser				Ratio
Serie	Nr.	n	M_I	Serie	Nr.	n	M_{II}	
III	3	97	1,6510 ± 0,0256	III	1	107	3,5281 ± 0,0684	214

Die in diesem Falle fast überflüssige Bestimmung des mittleren Fehlers der Differenz ergibt:

$$M_{III_3} - M_{III_1} = 1{,}877 \pm 0{,}0730.$$

Wie nach dem oben formulierten Einfluß erhöhter Feuchtigkeit zu erwarten war, wirkt Wasserbedeckung sehr stark im Sinne einer Verlängerung der Koleoptile; und zwar ist diese Wirkung ausgesprochener bei Dunkelkultur als bei periodischer Be-

leuchtung, eine Erscheinung, für die unten eine Erklärungsmöglichkeit angedeutet wird.

Weiterhin läßt die folgende Tabelle einen Einfluß der Höhe der Wasserbedeckung erkennen.

Tabelle VI.

Flache Wasserschicht				Hohe Wassersäule[1])				Ratio
Serie	Nr.	n	M_I	Serie	Nr.	n	M_{II}	
I	2	50	1,3620 ± 0,0321	I	5	41	2,561 ± 0,141	188
I	4	50	1,5140 ± 0,0473					170

Die Differenzen der Mittelwerte sind:

$$M_{I_2} - M_{I_5} = 1{,}1990 \pm 0{,}146$$
$$M_{I_4} - M_{I_5} = 1{,}0470 + 0{,}149.$$

Mithin unter der höheren Wassersäule, eine stärkere Zunahme der Koleoptilenlänge[2]).

Ausgehend von der Vermutung, daß in dem erschwerten Sauerstoffzutritt die Ursache dieser Überverlängerung zu erblicken sei, bestimmte ich nunmehr die Durchschnittslänge der Koleoptile:

1. in weitem Zylinder bei etwa gleich hoher Wassersäule,
2. im vorher benutzten engen Zylinder bei sehr häufiger und lang andauernder Lüftung.

Die entsprechenden Mittelwerte waren alsdann:

1. 1,3523 + 0,0231 cm und
2. 1,6572 ± 0,0338 cm gegen vorher 2,561 + 0,141 cm.

Und die Differenzen derselben gegen diesen Versuch:

$$1{,}2087 \pm 0{,}143$$
$$0{,}9038 + 0{,}143.$$

Es gelang also, durch Erleichterung des Sauerstoffzutrittes die Wirkung der hohen Wassersäule aufzuheben.

Die längsten überhaupt gemessenen Koleoptilen erzielte ich endlich, wenn ich die geweichten Samen in einem Gemisch von atmosphärischer Luft und Wasserstoff zu gleichen Teilen, also bei

1) Höhe der Wassersäule: 75 cm in engem Zylinder. Unter diesen Bedingungen unterblieb der Durchtritt der Plumula (siehe Seite 39), daher der hohe mittlere Fehler.

2) Natürlich nur für die gegebenen Verhältnisse, denn es ist nicht unwahrscheinlich, daß mit weiterer Steigerung der Höhe der Wassersäule wieder eine Abnahme eintritt. Möglich aber, daß die *Oryza*-Koleoptile anaërobe Bedingungen so gut erträgt, daß immer Überverlängerung stattfindet. Das Verhalten der Plumula macht erstere Annahme wahrscheinlicher.

einem Sauerstoffpartiärdruck von ca. 76 mm Hg der Hälfte des normalen Wertes sich entwickeln ließ.

Tabelle VII.

Luft				Gemisch von ½ H_2 und ½ Luft				Ratio
Serie	Nr.	n	M in cm	Serie	Nr.	n	M in cm	
V	2	119	1,9197 ± 0,0655	V	5	50	4,350 ± 0,112[1])	227

$$M_2 - M_5 = 2,1303 \pm 0,130.$$

Durch diesen Versuch gewinnt also die oben geäußerte Vermutung, die Wirkung der hohen Wassersäule sei auf den erschwerten Sauerstoffzutritt zurückzuführen, große Wahrscheinlichkeit. Ob dies für den Einfluß der Wasserbedeckung überhaupt gilt, muß ich offen lassen; es hat aber nach dem Vorgetragenen manches für sich. Auch könnte unter dieser Voraussetzung die Tatsache erklärt werden, warum die Wirkung des Untertauchens im Dunkeln in höherem Maße sich geltend macht als bei periodischer Belichtung[2]). Doch könnten hier nur ausgedehntere Versuche zu weiteren Schlüssen berechtigen.

Letzteres gilt auch für den Einfluß der Temperatur, von dem ich auf Grund einiger orientierender Versuche nur sagen kann, daß er gegen den der oben geprüften Faktoren jedenfalls sehr zurücktritt, sofern überhaupt eine Wirkung zu spüren ist[3]).

Es ergeben also die Versuche mit genügender Schärfe, daß: periodische Belichtung die Länge der Koleoptile herabsetzt.

Dagegen bewirken eine Steigerung dieser Länge

1. Lichtabschluß (Etiolement),
2. hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft,
3. Bedeckung mit Wasser und
4. Herabsetzung der Sauerstoffpartiärpressung auf die Hälfte des normalen Betrages.

Dabei muß es unentschieden bleiben, inwieweit es sich in

1) Auch hierbei blieb die Plumula dauernd von der Koleoptile umscheidet.

2) Weil eben in ersterem Falle durch die Assimilationstätigkeit der Sauerstoffverlust des Wassers ersetzt würde, und damit den Keimlingen mehr von diesem Gase zur Verfügung stände als im Dunkeln.

3) Ich möchte an dieser Stelle nochmals betonen, daß ich dabei nur die Endlänge der Koleoptile im Auge habe. Die Geschwindigkeit der Zuwachsbewegung wird wie immer in ausgiebigster Weise von der Temperatur beeinflußt

den beiden letztgenannten Fällen um die gleiche Grundursache (verminderte Sauerstoffpressung) handelt.

Es wäre von Interesse, die Untersuchungen weiterzuführen in dem Sinne, daß der Einfluß verschieden abgestufter Lichtintensitäten, konstanter, differierender Feuchtigkeitsmengen bzw. Sauerstoffdruckes studiert würden, um daraus die Kurven für die Abhängigkeit der Koleoptilenlänge von den Außenbedingungen zu konstruieren und das Zusammenwirken bzw. den Antagonismus der Außenfaktoren kennen zu lernen. Doch erfordert dies ganz andere Hilfsmittel, als sie mir im hiesigen Institut zur Verfügung stehen.

Es war bisher lediglich der Wirkung auf die Koleoptile gedacht, andere Organe des Reiskeimlings werden von den oben genannten Außenbedingungen nicht immer in gleicher Weise affiziert werden. Das erhellt schon daraus, daß unter hoher Wassersäule bzw. bei dem halben Sauerstoffpartiärdruck die Plumula nicht zum Durchbruch kam. Gleicherweise ist die Wirkung auf die Wurzel häufig von der auf die Koleoptile verschieden, was ich durch einige Zahlen zu belegen in der Lage bin.

Es wurden in diesem Falle die Längen der Wurzel oder die Summe der Wurzellängen eines jeden Keimlings nach etwa gleichen Zeiten miteinander verglichen. Daraus wird ersichtlich, daß eine einwandfreie Basis für den Vergleich mit den obigen Koleoptilenmessungen nicht gegeben ist. In letzterem Falle handelt es sich um ein Organ mit begrenztem Wachstum, dessen Endzustand das Objekt der Messung bildete. Bei der Wurzel haben wir für diese Entwicklungsstadien unbeschränktes Wachstum; mithin vergleichen wir bei ihr den Zuwachs für ein längeres Intervall und zwar ohne Rücksicht auf eventuelle Schwankungen in der Geschwindigkeit desselben, die selbst in Stillstand ausgeklungen sein mag. Ebensowenig würde — was unter diesen Umständen von ganz anderer Bedeutung als bei den vorstehenden Versuchen — bei konstanter Temperatur gearbeitet; doch waren die Schwankungen innerhalb einer Serie die gleichen.

Mit all diesen Reserven sind die folgenden Zahlen aufzunehmen, die die Mittelwerte der Wurzellängen angeben:

Durchschnittliche Wurzellängen[1]):

Unter Wasser hell	2,95	Serie I.
Unter Wasser dunkel	7,2	
Unter hoher Wassersäule hell	0	

1) Eine genauere rechnerische Analyse der Zahlen hat aus den mitgeteilten Gründen keinen Wert.

Unter hoher Wassersäule mit Lüftung	1,1	Serie II. Beide hell.
Unter hoher Wassersäule in weitem Zylinder	1,06	

$^1/_2$ Wasserstoff, $^1/_2$ Sauerstoff im feuchten Raum, hell 0,82. Serie V.

Trotz der oben genannten zahlreichen Bedenken ergeben die Versuche mit genügender Sicherheit die folgenden Tatsachen:

Durch Verdunkeln wird, wie bekannt, die Geschwindigkeit der Zuwachsbewegung der Wurzel gesteigert, parallel damit geht eine größere Koleoptilenlänge. Herabsetzung der Sauerstoffspannung auf den halben normalen Wert und Bedeckung mit hoher Wassersäule dagegen wirken im hohem Maße verzögerd, und diesei Einfluß ließ sich durch energisches Lüften sowie Erleichterung des Gasaustausches durch größere Wassermenge und Oberfläche etwas kompensieren. Dagegen hatte der gleiche geringere Sauerstoffdruck und die hohe Wassersäule im Sinne einer Koleoptilenverlängerung gewirkt, und Lüftung usw. wieder eine Verkürzung derselben zur Folge gehabt.

Biologisch bietet das ganze Verhalten um deswillen Interesse, weil gerade die Faktoren eine Überverlängerung der Koleoptile herbeiführen (Dunkelheit, große Feuchtigkeit, Wasserbedeckung, erschwerter Sauerstoffzutritt), die bei der natürlichen Keimung in der Tiefe des Bodens realisiert sein werden und damit eine Streckung der Koleoptile bis zur Oberfläche herbeiführen müssen.

II. Das Verhalten des Mesokotyls und der Koleoptile beim Etiolement.

Es mag bei der Lektüre des Vorstehenden aufgefallen sein, daß ich nur von der Koleoptilenlänge gesprochen habe, ohne auf das Mesokotyl zu achten, obwohl *Oryza* nach VAN TIEGHEM[1]) zu den Gramineen mit gestielter Koleoptile gehört. Tatsächlich streckt sich das Mesokotyl bei Lichtentzug etwas, doch blieben auch dann seine Dimensionen zu gering, um für meine groben Meßmethoden zugänglich zu werden. Bei den vielen hundert Keimpflänzchen, die durch meine Hände gingen, fand ich nur ein einziges, bei dem es ausnahmsweise eine Länge von 3 mm erreichte, alle anderen waren wesentlich kürzer[2]), und wie gesagt, für meine

1) Annales d. sciences naturelles, VIII. Serie. Botanique. tome III (1897), p. 259, speziell 279.

2) VOLKART und KIRCHNER geben bei ihrer Bearbeitung der Gramineen (in Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas von KIRCHNER, LOEW und SCHRÖTER) unter spezieller Beachtung der Mesokotyl-Entwicklung zahl-

Methode unmessbar, so daß also die obigen Resultate allein auf die Koleoptile sich beziehen. Das gilt aber nicht für alle Gramineen, wofür als bekanntestes Beispiel *Panicum* genannt werden mag, bei dem die Verlängerung des Mesokotyls bei Lichtmangel Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden ist[1]). In der folgenden Tabelle sind einige Versuche niedergelegt, die den Anteil von Mesokotyl und Koleoptile an der Verlängerung der Keimlinge einiger Gramineen beim Verdunkeln präzisieren sollen; dabei sind Vertreter von jeder der drei von VAN TIEGHEM aufgestellten Kategorien[2]) gewählt.

Tabelle VIII.

	Koleoptile					Mesokotyl				
	Hell		Dunkel		Ratio	Hell		Dunkel		Ratio
	n	M_I	n	M_{II}		n	M_I	n	M_{II}	
Triticum sativum	94	3,2245 ± 0,0298	61	6,0425 ± 0,0541	188	—	—	—	—	—
Oryza sativa	88	1,0682 ± 0,0197	68	2,1529 ± 0,0331	202	—	—	—	—	—
Panicum miliaceum	100	0,75100 ± 0,00793	50	1,0020 ± 0,0146	133	100	0,5940 ± 0,0125	46	7,963 ± 0,142	1340
Zea Mais[3])	29	(2,972)	25	(6,004)	(202)	29	(0,252)	25	(7,132)	(2834)

Die sämtlichen Differenzen sind reale:

Triticum: Koleoptile: 2,8180 ± 0,0613,
Oryza: Koleoptile: 1,0847 + 0,0385,
Panicum „ 0,2510 + 0,0166,
„ Mesokotyl: 7,369 + 0,0189.

reiche Abbildungen von dunkel und hell kultivierten Keimlingen; so auch von *Oryza clandestina*, wo das im Lichte äußerlich unsichtbare Mesokotyl bei Lichtabschluß eine Länge von rund 1 mm erreicht. (Fig. 64, Seite 116, Bd. I II. Abteilung)

1) H. FITTING, Lichtperzeption und phototropische Empfindlichkeit, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom Etiolement. Jahrbücher für wiss. Botanik, Band 45 (1908), Seite 83, und die dort zitierte Literatur.

2) 1. Keimknoten streckt sich nicht. *(Triticum.)* 2 Streckung des Mesokotyls durch interkalares Wachstum. *(Oryza.)* 3. Streckung im oberen Teile des Knotens. *(Panicum, Zea.)* Nach VOLKART l. c. Seite 25.

3) Beim Mais mußte ich auf eine eingehendere rechnerische Durcharbeitung der Messungen verzichten, da die Zahl der gut entwickelten Keimlinge, die gemessen werden konnten, zu gering war. Außerdem hängt besonders im Hellen die Mesokotyllänge unter anderem von der Orientierung des Samens ab, worauf ich beim Ansetzen des Versuches nicht geachtet hatte.

Womit zugleich die absoluten Werte für die Verlängerung im Dunkeln gegeben sind[1]), bei *Panicum* durch Addieren beider Werte zu: 7,62[2]).

Prozentual entfallen von der ganzen Überverlängerung (Koleoptile + Mesokotyl) auf die einzelnen Komponenten:

Triticum: Koleoptile: 100 pCt.,
Oryza: „ 100 „
Panicum: „ 3—3½ pCt., Mesokotyl 97 pCt.,
Mais: „ 31 pCt., „ 69 „

Die Zahlen der relativen Zunahme der Einzelorgane sind in Tabelle VIII gegeben.

Der praktische Endeffekt wird also auf dreierlei Weise erreicht:

1. durch Streckung der Koleoptile (*Triticum*, *Oryza*),
2. durch Verlängerung des Mesokotyls (*Panicum*),
3. durch Zusammenwirken der beiden Faktoren. (*Zea.*)

Der Variationskoëffizient[3]) betrug in dieser Versuchsserie:

Tabelle IX.

	Koleoptile		Mesokotyl	
	Belichtet	Dunkel	Belichtet	Dunkel
Triticum	8,96	7,3		
Oryza	17,3	12,7		
Panicum	10,6	10,3	21,0	12,1

Es war demnach die Koleoptile am gleichmäßigsten ausgebildet beim Weizen, während beim Reis ihre Länge am meisten variierte. Ferner war die Variabilität durchweg am stärksten bei Belichtung. Doch darf man darin nach meiner Auffassung keinen die Variabilität begünstigenden Einfluß des Lichtes erblicken,

1) Mais: Koleoptile: 3,0, Mesokotyl: 6,9, zusammen 9,9.

2) In einem Referat über Walz (Wirkung des Lichtes auf einige Prozesse im Pflanzenleben) teilt BATALIN mit, daß bei einigen Gräsern das erste nicht grüne Blatt (von einigen Botanikern als Kotyledon gedeutet), also die Koleoptile — sich im Dunkeln merklich verkürze. Leider unterläßt er die Angabe der Spezies, was es mir unmöglich machte, eine Art, die dieses Verhalten zeigt, zu untersuchen, eine Aufgabe, die im Hinblick auf die Wirkung der anderen bei *Oryza* im gleichen Sinne wie Lichtentzug wirkende Faktoren Interesse geboten hatte. (Just Jahresbericht, Bd. III (1875), S. 786/87.

3) Nach der Formel $v = 100 \cdot \sigma : M$, worin v der Variationskoëffizient, σ die Standartabweichung, M der Mittelwert. (JOHANNSEN, Seite 41, 48.)

sondern lediglich den Ausdruck der Tatsache, daß es leichter ist, im Dunkeln sämtlichen Keimlingen die gleichen Existenzbedingungen zu bieten als im Lichte. Denn im letzteren Falle wird es bei einer größeren Anzahl von Pflänzchen unmöglich sein, allen den gleichen Lichtgenuß zu verschaffen. Bei *Panicum*, bei dem das Etiolement vorwiegend am Mesokotyl erkennbar wird, zeigt sich auch gerade an diesem die erwähnte Zunahme des Variationskoëffizienten im Hellen, nicht an der um unbedeutend reagierenden Koleoptile, was für obige Annahme spricht.

Anhang.

Zur Frage des Etiolements.

Unter den zahlreichen Reiskeimlingen, die ich bei dieser Studie zu beobachten Gelegenheit hatte, trat spontan ein albinotisches (chlorophyllfreies) Individuum auf. Seine Größenverhältnisse interessierten mich im Hinblick auf unsere Vorstellungen von der Lehre vom Etiolement. Es fand sich in dem Versuch VI_1 (belichtet), der einen Mittelwert von $1{,}0682 + 0{,}0197$ cm und eine Standartabweichung von 0,1831 cm hatte. Das farblose Exemplar selbst hatte eine Koleoptilenlänge von 0,9 cm; war demnach ein Minusvariant innerhalb der Grenze der Standartabweichung. Von einer an Etiolement erinnernden Überverlängerung zeigte sich also trotz des Chlorophyllmangels keine Spur, wobei zu beachten ist, daß die mittlere Koleoptilenlänge der entsprechenden Dunkelserie (VI_2) $2{,}1529 + 0{,}0331$, die Standartabweichung 0,2603 betrug und der extremste Minusvariant eine 1,7 cm lange Koleoptile besaß. Ebenso blieben die beiden nächsten Laubblätter des chlorophyllfreien Pflänzchens bei fortgesetzter Kultur im Hellen in ihren Dimensionen mit denen der grünen Pflanzen vollkommen in Übereinstimmung.

Die gleiche Erfahrung machte ich bei einer Dikotylen, *Mercurialis annua*. Im September 1909 fand ich auf einem Kartoffelacker der Gemarkung Laubenheim bei Mainz eine panaschierte weibliche Pflanze dieser Spezies, die segmental panaschierte, rein weiße und rein grüne Triebe besaß. Sie trug dementsprechend dreierlei Früchte: solche mit durchaus grüner oder weißer Fruchtschale, und solche, die eine zur Hälfte grüne, zur Hälfte ungefärbte Schale aufwiesen. Leider war bis heute die Keimfähigkeit des geernteten Materials ausnehmend schlecht. Immerhin konnte ich feststellen, daß ein im Lichte erwachsener rein weißer Keimling in den Dimensionen seines Hypokotyls und seiner Kotyledonen durchaus mit einem

gleich alten rein grünen Nachkommen der gleichen Pflanze übereinstimmte.

Es bilden somit diese beiden Beobachtungen einen weiteren Beweis der Tatsache, daß für die Erklärung des Etiolements von dem ganzen durch die Gegenwart von Chlorophyll im Lichte gegebenen Erscheinungskomplex abzusehen ist, womit zugleich eine Stütze für die Annahme, daß das Fehlen des Lichtreizes das wirksame Prinzip sei, gegeben ist[1]).

Bonn, 8. Februar 1910.

7. Theodor Porodko: „Über den Chemotropismus der Wurzel."

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 16. Februar 1910.)

Es sind etwa 2—3 Jahre verstrichen, seitdem ich die Frage über den Chemotropismus der Wurzel in Angriff genommen habe.

Ich beschloß von vornherein, die ganze Untersuchung quantitativ zu führen.

Dies erschien mir notwendig zu sein, weil wir, wie bekannt, zurzeit nur über chemotropische Studien verfügen, welche rein qualitativer Natur sind und somit kein Urteil über die reale Größe des Reizfaktors erlauben.

So mußte ich zunächst eine passende quantitative Untersuchungsmethode ausarbeiten. Nach vielen Vorversuchen blieb ich endlich bei folgender Methode stehen.

Als Diffusionsmedium benutze ich eine erstarrte 1½prozentige Agarlösung, als Diffusionsgefäße rechtwinklige Glaswannen. Die Glaswanne wird mit warmer Agarlösung gefüllt. Nach dem Erstarren des Agars wird ein Teil desselben entfernt, und zwar so, daß nur eine quergespannte Agarlamelle in der Mitte der Wanne übrigbleibt. Die Lamelle (des weiteren wird sie als Agarblock bezeichnet) stellt ein rechtwinkliges Prisma dar: die Höhe und die Breite desselben sind denen der Wanne gleich, die Dicke kann

1) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, Seite 113, für die ältere, FITTING l. c. für die neueste Literatur.

dagegen beliebig groß gemacht werden. Der Agarblock teilt somit das Innere der Wanne in zwei, miteinander nicht kommunizierende Hälften. In die eine Hälfte bringt man dann die zu diffundierende Lösung, in die andere dagegen Wasser. Durch das ununterbrochene Zu- und Abfließen der beiden Flüssigkeiten wird ihre ursprüngliche Zusammensetzung konstant erhalten. Bei dieser Versuchsanordnung durchsetzt der Diffusionsstrom den Agarblock in der horizontalen Richtung. Dadurch, daß die Konzentrationen in beiden Hälften der Wanne konstant gehalten werden, sind die Bedingungen für das Zustandekommen des stationären Diffusionsstromes gegeben. Sobald das letztere geschieht, bleibt die Verteilung der Konzentrationen über den ganzen Agarblock konstant. Es bietet dann auch keine Schwierigkeit, die Konzentration in einem beliebigen Punkt des Blockes zu berechnen.

Sobald der stationäre Zustand des Diffusionsstromes eingetreten war, was nach 1—2 Tagen der Fall sein dürfte, stellte ich nun den eigentlichen Versuch mit den Wurzeln an.

Die gerade gewachsenen etwa 20—35 mm langen Wurzeln wurden (nach vorheriger Messung) in den Agarblock eingesteckt. Jede Wurzel befand sich in lotrechter Lage. Die Wurzeln wurden reihenweise angeordnet, und zwar so, daß die Reihen der Vorderseite[1]) des Agarblocks parallel verliefen. Die Anzahl der Reihen variierte je nach der Dicke der Agarblöcke: in den schmäleren 1, in den dickeren 2 bis 3. In je einer Reihe befanden sich 3 bis 7 Wurzeln.

Nach dem Einpflanzen der Wurzeln verdunkelte ich die Wanne. Der Versuch dauerte dann durchschnittlich 20—24 Stunden. Nachher wurde das Verhalten der Wurzeln notiert. Die sämtlichen Wurzeln wurden wieder gemessen. Im Falle eingetretener Krümmung stellte ich fest, in welcher Beziehung die Richtung der Krümmung zu der des Diffusionsstromes stand und wie viel Grade der Krümmungswinkel betrug.

Die relative Wachstumsschnelligkeit ebenso wie der Grad des Geradewachsens wurde jedesmal durch einen Kontrollversuch festgestellt.

Sämtliche Versuche wurden bei Zimmertemperatur ausgeführt. Dieselbe schwankte im Sommer um 20—25° C. im Winter um 15—20° C.

Nach der oben skizzierten Methode experimentierte ich mit den Wurzeln von *Lupinus albus* und *Helianthus annuus*.

1) D. h. der der diffundierenden Flüssigkeit zugekehrten.

Das Verhalten der *Lupinus*wurzeln wurde im Diffusionsstrom folgender 14 Stoffe untersucht: Äthylalkohol, Glyzerin, Chloralhydrat, Dextrose, Harnstoff, Phenol, Anilin, H_3BO_3; H_2SO_4, HNO_3, Essigsäure, Zitronensäure; NaOH, NH_4OH; LiCl, Li_2SO_4; NaCl, Na_2SO_4, $NaNO_3$, Na_2CO_3, essigsaures Na; KCl, K_2SO_4, KNO_3, K_2CO_3, $KClO_3$, KH_2PO_4, essigsaures K; NH_4Cl, NH_4Br, NH_4J, $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3, NH_4CNS, oxalsaures NH_4; $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(NO_3)_2$; $CaCl_2$, $CaBr_2$, $Ca(NO_3)_2$, essigsaures Ca; $SrCl_2$, $BaCl_2$.

Das Verhalten der *Helianthus*wurzeln wurde im Diffusionsstrome nur der 6 Stoffe untersucht: H_2SO_4, NaOH, KCl, NH_4Br, $MgCl_2$, $CaCl_2$.

Jeder Stoff wurde in verschiedenen Konzentrationen untersucht, und zwar von den möglichst hohen, bereits stark wachstumshemmenden an bis zu denjenigen, mit welchen der stationäre Zustand des Diffusionsstromes in 1—2 Tagen erreicht werden konnte. Meistens bewegten sich die angewandten Konzentrationen zwischen 0,1 n und 0,001 n. Außerdem variierte die Dicke des Agarblocks. Sie schwankte zwischen 6 und 60 mm, meistens aber war sie gleich 10, 20, 30 oder 40 mm.

Ich gehe jetzt zur Schilderung des Verhaltens der Wurzeln im Diffusionsstrom über.

Es soll zunächst über die *Lupinus*wurzeln berichtet werden.

Als Regel bleiben die *Lupinus*wurzeln im Diffusionsstrome der sämtlichen untersuchten Stoffe nicht indifferent, was sich durch das Auftreten der Krümmungen kundgibt. Solch eine Wirkung des Stromes kommt nur zwischen bestimmten Konzentrationsgrenzen zum Vorschein. Der reale Spielraum dieser Grenzen hängt von der Natur der diffundierenden Stoffe und der Dicke des Agarblockes ab. Im großen ganzen ist der krümmende Effekt des Stromes desto ausgesprochener, je höher die Ausgangskonzentration und je schmäler der Agarblock ist. Des näheren aber wurde diese Abhängigkeit einstweilen nicht verfolgt.

Was nun die Krümmungsrichtung anbetrifft, so ist das Bild sehr kompliziert. Man kann hier nur dann eine gewisse Regelmäßigkeit feststellen, wenn man nur auf das Verhalten der Mehrzahl der Wurzeln Rücksicht nimmt. Dann dürfte die Sachlage sich folgendermaßen darstellen lassen.

Wirken auf die Wurzeln Konzentrationen, welche für das Wachstum der maximalen Grenze nahe liegen, so krümmen sich die Wurzeln positiv, d. h. gegen die Richtung des Diffusionsstromes. Der Effekt wird bei sämtlichen untersuchten Stoffen beobachtet, mögen sie Elektrolyte oder Nichtelektrolyte sein. Vor-

greifend sei schon hier bemerkt, daß diese (+) Krümmungen passiv zustande kommen, insofern als sie das Resultat der Wachstumshemmung auf der Vorderseite der Wurzel darstellen. Solche Krümmungen sind weiterhin als traumatisch bezeichnet.

Wenn aber mäßigere Konzentrationen auf die Wurzeln einwirken, so tritt ein Unterschied zwischen Elektrolyten und Nichtelektrolyten zutage.

Im Diffusionsstrome der Nichtelektrolyte beobachtet man keine bestimmten Resultate. Es kann hier von einer dominierenden Krümmungsrichtung nicht gut die Rede sein. Ein Teil der Wurzeln je einer Reihe reagiert positiv, ein anderer dagegen negativ, einige Exemplare aber führen wieder die intermediären (+), (±) oder (∓) Krümmungen aus. Verhältnismäßig selten beobachtet man gerade gebliebene Wurzeln.

Weniger kompliziert ist das Verhalten der Wurzeln im Diffusionsstrome der Elektrolyte. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, beobachtet man hier stets eine dominierende Krümmungsrichtung. Sie ist bei Anwendung der Säuren, Alkalien und Karbonate eine positive, im Falle der neutralen Salze dagegen eine negative.

Die positiven durch H′- oder OH′-Ionen hervorgerufenen Krümmungen kommen überhaupt nur zwischen engeren Konzentrationsgrenzen vor. Berücksichtigt man, daß die wachstumshemmenden Konzentrationen der sämtlichen Stoffe (+) Krümmungen hervorrufen, und daß die sauren resp. alkalischen Lösungen schon bei schwachen Konzentrationen wachstumshemmend wirken, so liegt die Vermutung nahe, daß die fraglichen Krümmungen (d. h. durch H′- oder OH′-Ionen verursachten) mit den oben erwähnten traumatischen identisch sein dürften. Diese Vermutung ist z. T. auch experimentell bestätigt worden (s. unten).

Was nun die negativen Krümmungen anbelangt, so scheint die Stärke derselben von der Natur des Kations abzuhängen.

Die Salze, bei denen die Kationen zweiwertig sind, wie Ca, Mg, Sr oder Ba, rufen, unabhängig von der Natur des Anions, stets ausgezeichnete (—) Krümmungen hervor. Dieselben beobachtet man in sehr breiten Konzentrationsgrenzen und an fast allen Wurzeln je einer Reihe. Besonders schöne Krümmungen sah ich durch $MgCl_2$ hervorgerufen.

Die Salze mit den einwertigen Kationen, wie Li, K, Na oder NH_4, rufen weniger prägnante (—) Krümmungen hervor. Die Krümmungen sind hier schwächer, beziehen sich auf einen kleineren Prozent der Wurzeln einer Reihe und lassen sich im engeren Konzentrationsspielraume beobachten.

Die geschilderten Regelmäßigkeiten basieren, wie erwähnt, nur auf dem Verhalten der Mehrzahl der Wurzeln.

Es taucht nun eine wohl berechtigte Frage auf: wie ist denn das abweichende Verhalten der Minderzahl der Wurzeln zu verstehen?

Bei näherer Betrachtung kann eine Kompliziertheit, sogar eine Heterogenität des Bildes nicht in Abrede gestellt werden. In einigen Fällen fehlt eine dominierende Krümmungsrichtung überhaupt und die verschiedenen Wurzeln einer Reihe führen verschieden gerichtete (+, −, +, ∓, ∓) Krümmungen aus. In anderen Fällen kommt es freilich zur Beobachtung einer dominierenden Richtung, diese letztere aber ist ungewöhnlich. So z. B. sieht man zuweilen die Säuren resp. Alkalien zu (−), die Salze[1]) dagegen (+) Krümmungen führen. Dann folgen gerade weiterwachsende Wurzeln. Schließlich ist nicht zu vergessen, daß sogar im typischen Falle, wo eine dominierende Krümmungsrichtung sich nachweisen läßt, sie ja nur dominierend, nicht aber vereinzelt ist.

Bei solch einer Sachlage muß man besonders vorsichtig vorgehen.

Solange die wirkliche Ursache des Krummwerdens der Wurzeln im Diffusionsstrome nicht einmal klar ist, wäre es immer ein Vorurteil, nur das Verhalten der Mehrzahl der Wurzeln in Betracht zu ziehen. Es soll auch die Minderzahl berücksichtigt werden. Allerdings soll man von dem dominierenden Verhalten ausgehen, des ferneren aber ist zu versuchen, es so zu erklären, daß auch die Ausnahmen dadurch verständlich würden.

Um dem Auffinden solch einer generellen Erklärung des Verhaltens der Wurzeln im Diffusionsstrome näherzutreten, schien es mir wohl angebracht, in erster Linie über die Natur der (+) und (−) Krümmungen etwas Klarheit zu schaffen.

Die speziell hierzu angestellten Versuche ergaben nun folgende Resultate:

1. Positive Krümmungen treten auch an den um 1—2 mm dekapitierten Wurzeln ein.

2. Für das Zustandekommen negativer Krümmungen ist das Vorhandensein der Wurzelspitze notwendig.

3. Als Nachwirkung lassen sich die positiven Krümmungen nicht erzielen, wohl aber die negativen, wenngleich nur auf dem Klinostaten.

4. Für die Krümmungsfähigkeit[2]) der Wurzeln im Diffusionsstrome von $MgCl_2$ gilt das WEBERsche Gesetz.

1) Bei mäßiger Konzentration.

2) Ich meine negative Krümmungen.

5. Verfolgt man das Krummwerden je einer Wurzel durch sukzessive Beobachtungen, so gelingt es zuweilen, direkt zu sehen, wie eine anfangs negative Krümmung allmählich in eine positive übergeht, wobei die intermediären Stadien in Form von $(\overline{+})$, $(\overline{+})$ und (+) Krümmungen durchgangen werden.

Die eben angeführten Ergebnisse erlauben es mir, das komplizierte Verhalten der Gesamtheit der Wurzeln im Diffusionsstrome recht plausibel zu erklären. Meine diesbezügliche Hypothese hat ihre Basis in folgenden Postulaten:

1. Da im Diffusionsstrome jeder der untersuchten Stoffe (+) und (—) Krümmungen mehr weniger prägnant und oft, aber immer vorkommen, so nehme ich an, daß dieselben — Grundreaktionen im Strome vorstellen.

2. Die Versuche mit Dekapitation und Nachwirkung ergaben, daß die Natur positiver und negativer Krümmungen verschieden ist.

3. Die positiven Krümmungen kommen passiv zustande. Ich betrachte sie als traumatische, d. h. durch die Wachstumshemmung auf der Vorderseite der Wurzel verursachte Krümmungen.

4. Die negativen Krümmungen sind aktive Reizreaktionen. Da sie sich bei Anwendung sämtlicher Stoffe beobachten lassen, wobei aber die Beteiligung des Chemo-, Osmo- und Traumatropismus nicht präzisiert ist, möchte ich sie lieber als diffusiotrope bezeichnen. Hierdurch soll nur die nächste Ursache des Zustandekommens der negativen Krümmungen im Diffusionsstrome qualifiziert werden.

5. Die positive Krümmung wird in der Wachstumszone der Wurzel ausgeführt. Sie stellt das Resultat der relativ verminderten Wachstumsschnelligkeit auf der vorderen Wurzelseite vor.

6. Die negative Krümmung, soweit diese die Wachstumsreaktion darstellt, soll sich ebenso in der Wachstumszone realisieren. Diese Krümmung beruht aber auf der relativ gesteigerten Waehstumsschnelligkeit auf der Vorderseite der Wurzel.

7. Bei meiner Versuchsanstellung wirkt der Diffusionsstrom auf die Wachstumszone und die Spitze der Wurzel gleichzeitig ein.

8. In der Wachstumszone, und zwar auf der Vorderseite derselben, ringen zwei[1]) entgegengesetzte (hemmende und beschleunigende) Wachstumstendenzen.

1) Faktisch stellen sich die Verhältnisse noch komplizierter heraus, weil eine geotropische Stimmung, die eine gleichmäßige Wachstumsschnelligkeit sämtlicher Wurzelseiten diktiert, noch ins Spiel eingreift

9. Das Resultat dieses Kampfes hängt von der relativen Intensität der ringenden Tendenzen ab[1]).

Unsere Hypothese vermutet also, daß der Diffusionsstrom jedes beliebigen Stoffes, indem er auf die Spitze und die Wachstumszone der Wurzel gleichzeitig einwirkt, auf der Vorderseite derselben zwei entgegengesetzte Wachstumstendenzen erweckt. Das zur Beobachtung kommende Verhalten der Wurzeln stellt somit das Resultat[2]) des Kampfes zwischen diesen Tendenzen vor.

Im Lichte der entwickelten Hypothese wird manches klar. Versuchen wir verschiedene hie und da beobachteten Reaktionsmodalitäten zu analysieren.

Ist eine Wachstumstendenz während der ganzen Versuchsdauer überwiegend, so tritt die betreffende Krümmung sofort ein, wobei die Reaktionszeit kurz und die Krümmungsrichtung konstant ist.

Sind die beiden Tendenzen während der ganzen Versuchsdauer gleich stark, so wächst die Wurzel gerade weiter[3]).

Sind die beiden Tendenzen anfangs gleich stark und überwiegt nur nach einem gewissen Zeitraum eine derselben die andere, so ist hier eine längere Reaktionszeit und nur dann eine entsprechend gerichtete Krümmung zu erwarten.

Ist endlich eine Tendenz am Beginn des Versuches stärker, gibt aber allmählich der anderen nach, so sind hier zwei Kombinationen denkbar.

Es kommen entweder die S-förmigen (− oder +) Krümmungen zustande, oder die Krümmungen einer intermediären zwischen (+) und (−) liegenden Richtung.

Was nun das Verhalten der Wurzeln von *Helianthus annuus* anbelangt, so ist darüber nur wenig Abschließendes zu sagen. Die Verhältnisse stellen sich hier von denen mit *Lupinus* z. T. verschieden heraus. Es gelingt hier nur, positive Krümmungen bestimmt zu beobachten. Negative Krümmungen sind selten. Meistens sieht man gerade weiterwachsende oder (+) gekrümmte Wurzeln. In Anbetracht einer geringen Anzahl der untersuchten Verbindungen muß dahingestellt bleiben, worauf solch ein Indifferentismus der *Helianthus*-wurzeln beruht. Vom Standpunkt unserer Hypothese wäre es ja

1) Allerdings ist dabei auch die individuell verschiedene geo- und diffusiotrope Reizbarkeit bei verschiedenen Wurzeln zu berücksichtigen.

2) Zuweilen aber nur ein intermediäres Stadium, was für weniger empfindliche Wurzeln wohl der Fall sein dürfte.

3) Im Falle schwacher Konzentrationen dürften übrigens die gerade gebliebenen Wurzeln als tatsächlich indifferent gelten.

immer möglich, daß es sich hier um einen scheinbaren Indifferentismus handelt, vorausgesetzt, daß die ringenden Wachstumstendenzen gleich stark sind.

Aus all dem Gesagten erhellt, daß die weitere Untersuchung des Chemotropismus eine etwas modifizierte Methode zu Hilfe nehmen muß. Quantitativ wird die Methode allerdings bleiben, sie soll aber differenziert werden. Des weiteren werden wir also für die streng lokalisierte diffusiotrope Reizung der Wurzelspitze zu sorgen haben.

Die vorliegende Mitteilung ist als eine vorläufige zu betrachten. Eine ausführliche Publikation wird vermutlich in Bälde erscheinen.

Odessa, Botanisches Laboratorium der Universität, den 14. Februar 1910.

8. Adolf Sperlich: Untersuchungen über Blattgelenke von Menispermaceen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 17. Februar 1910.)

Seit 1907 bin ich mit den schon einmal angekündigten[1]) Untersuchungen an jenen Blattgelenken beschäftigt, welche Professor HEINRICHER auf seiner 1903—04 erfolgten Studienreise nach Java gesammelt hat. Der Umstand, daß mir zur Komplettierung des Materials eine lebende *Anamirta Cocculus* W. et A. unseres Gewächshauses zur Verfügung stand, bewog mich, die auf Blattpolster der verschiedensten Verwandtschaftsklassen sich erstreckende Untersuchung zunächst nur auf die langgestreckten auffallenden Blattgelenke der Menispermaceen zu beschränken. Das umfangreiche Manuskript habe ich der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, mit deren Unterstützung Prof. HEINRICHER seine Tropenreise unternommen hat, vorgelegt. Da die Drucklegung einige Zeit in Anspruch nehmen wird, möchte ich die wesentlichsten Resultate meiner zum Abschluß gebrachten bisherigen Untersuchungen in gedrängter Kürze an dieser Stelle vorläufig mitteilen. Es erscheint

1) SPERLICH, Die optischen Verhältnisse in der oberseitigen Blattepidermis tropischer Gelenkpflanzen. Sitzungsber. der Wiener Akademie, Bd. CXVI, Abt. 1, 1907, S. 728.

nur dies auch deshalb zweckmäßig, weil über denselben Gegenstand in Heft 7 des XXVII. Jahrganges dieser Berichte zwei kurze Mitteilungen von F. CZAPEK und KARL RUDOLPH[1]) veröffentlicht worden sind, durch deren Inhalt meine Hauptresultate allerdings nicht tangiert werden.

Der I. Teil meiner Arbeit befaßt sich in ausführlicher Weise mit der äußeren Leistung und Morphologie, Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Menispermaceen-Blattgelenke. Hierbei ergibt sich als wichtigstes Resultat, daß die äußere und innere Gestaltung der Polster wesentlich von der Zahl der Krümmungsreaktionen und Reaktionsintervalle einerseits und der gleichzeitig vor sich gehenden Erstarkung des Blattes andererseits abhängig ist, wobei die ausgeführte Krümmungsreaktion das auslösende Moment für weitere Differenzierungsvorgänge der gleichsam auf hypoplastischer Stufe festgehaltenen Teile der Polster darstellt.

Im II. Abschnitte wird gezeigt, wie bei Formen, deren Spreitenmesophyll zur Ausbildung sklerenchymatischer Elemente befähigt ist, einzelne Zellelemente des Gelenkes in hyper- und heteroplastischer Entwicklung die mit Rücksicht auf die Biegungsfähigkeit für das Organ notwendigen Grenzen der Gesamtdifferenzierung durchbrechen und hierdurch das durch kräftige Ernährung im Organe gestörte Gleichgewicht wiederherstellen. Diese eigentümlichen Stereoidioblasten[2]) werden sowohl in entwicklungsgeschichtlicher als auch in morphologischer Hinsicht eingehend geschildert, auf ihre Abhängigkeit von der Ernährung und von Spannungsverhältnissen wird hingewiesen und schließlich gezeigt, daß sie in ihrer gesetzmäßigen radiären Anordnung bei der Ausführung von Krümmungen einen wirksamen seitlichen Verklammerungsapparat für die weichen wachsenden Gewebe liefern.

Der III. Abschnitt befaßt sich zunächst mit der Dorsiventralität und Anisotrophie der Gelenke, schildert mit dieser zusammenhängende Zerreißungen peripherer Schichten bei Krümmungen, die Verheilung der Risse durch Wundkork und die Ausbreitung der Korkbildung von den Rißstellen über unversehrte Rindenteile. Die

1) F. CZAPEK, Die Bewegungsmechanik der Blattgelenke der Menispermaceen, a. a. O., S. 404 ff. — KARL RUDOLPH, Zur Kenntnis des anatomischen Baues der Blattgelenke bei den Menispermaceen, a. a. O., S. 111 ff.

2) Über deren Beziehung zu den von VÖCHTING in den Blattkissen des Kohlrabi u. a. künstlich erzeugten Stereoidioblasten gibt die ausführliche Arbeit Aufschluß.

Korkbildung greift nach Art einer infektiösen Hautkrankheit bald allmählich um sich, bald jedoch sprungweise (*Fibraurea*), indem unzusammenhängende Korkpusteln an der Oberfläche der Gelenke erscheinen. — Durch mikroskopische Messungen wird festgestellt, daß die Krümmung der Polster gewöhnlich auf einseitig beschleunigtes Längenwachstum zurückzuführen ist, wobei sowohl das Streckungs- als auch das meristische Wachstum an der Konvexseite größer ist als an der Konkavflanke. Die Turgorverteilung in den reaktionsfähigen Polsterpartien wird den Verhältnissen ähnlich befunden, die PFEFFER im Grasknoten festgestellt hat, und ihr Zusammenhang mit der Leistung und der sonstigen Ausrüstung der Blattpolster im Vergleiche mit dem Grasknoten dargestellt.

Der IV. Abschnitt ist der Besprechung zweier spezifischer Zellinhaltsstoffe der Bewegungsgelenke gewidmet, zweier Stoffe, deren erwünschte weitere Untersuchung infolge unzureichenden Materials nicht möglich war. Der eine findet sich in den reaktionsfähigen Polsterpartien von *Fibraurea chloroleuca* Miers, und ist mutmaßlich ein transitorisch gespeichertes Kohlehydrat. Der andere ist von schleimiger Beschaffenheit, tritt in den Basalpolstern von *Tinospora crispa* Miers, und zwar innerhalb des Gelenkes selbst streng lokalisiert auf und verursacht dank seiner hervorragenden Quellbarkeit und eigentümlichen Verteilung bedeutende Gestaltsveränderungen der Gewebe und des Organs, die näher geschildert werden.

Bezüglich aller Details und der berücksichtigten Literatur muß auf die ausführliche Arbeit hingewiesen werden, die durch 7 Abbildungen im Texte und durch 7 Tafeln illustriert sein wird.

Innsbruck, botanisches Institut der Universität, im Jänner 1910.

Sitzung vom 21. März 1910.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen Herr

Docters van Leeuwen, Dr., in **Semarang**, Java (durch F. C. VON FABER und H. MIEHE).

Frau **Tobler-Wolff**, Dr. **Gertrud**, in **Münster i. W.**, Schulstr. 17 (durch F. TOBLER und C. CORRENS).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Duysen, Dr. **F.**, in **Berlin.**
Deleano, Dr. **Nicolas C.**, in **Marburg.**
Reuber, **A.**, in **Freiburg i. B.**
Roshardt, Dr. **P. A.**, in **Stans** (Schweiz).
La Garde, **Roland**, in **Prag.**
Seydel, Dr. **Richard**, in **Göttingen.**
Jaccard, Dr. **Paul**, Professor in **Zürich.**
Hill, **A. W.**, M. A., Assistant-Director in **Kew.**
Hill, **T. G.**, A. R. C. S., Assistant-Professor in **London.**
Hartmann, Dr. **Max**, Professor, Privatdozent in **Berlin-Halensee.**
Hansteen, Dr. **B.**, Professor in **Aas** bei Christiania.

Herr P. SORAUER berichtete über seine Arbeit: „Untersuchungen über Gummifluß und Frostwirkungen bei Kirschbäumen" (erschienen in Landw. Jahrb. 1910, S. 259 ff. m. 5 Taf.).

Im Anschluß daran sprach Herr J. GRÜSS: „Über das Verhalten von Cytase und Cytokoagulase bei der Gummibildung." (Die Arbeit erscheint in den Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. **37**, Heft 4.)

Mitteilungen.

9. P. Jaccard*): Wundholzbildung im Mark von Picea excelsa[1]).

(Mit Tafel II.)

(Eingegangen am 21. Februar 1910.)

Durch die Arbeiten von TH. HARTIG[2]) in Deutschland und A. GRIS[3]) in Frankreich ist festgestellt worden, daß das Mark ein Gewebe darstellt, dessen physiologische Tätigkeit bei vielen Holzarten jahrelang, mindestens teilweise, sich erhalten kann.

In fünfzehn- bis zwanzigjährigen Stämmen von Eiche, Birke, Platane, Esche, Gleditschia u. a. befinden sich noch stärkehaltige Markzellen, deren Inhalt zur Zeit der Knospenentfaltung aufgelöst und translociert wird, wodurch die physiologische Tätigkeit dieser Zellen bewiesen ist[4]).

Es ist auch wohlbekannt, daß das Mark nicht aus einem homogenen Gewebe besteht. Seine anatomischen Merkmale, wie auch seine Funktionen sind in den verschiedenen Teilen des Pflanzenkörpers ziemlich verschieden. So kann man nach A. GRIS das internodiale Mark (moelle internodale), das Knotenmark (moelle nodale), das Markzwischenstück[5]) (moelle interraméale) und das subgemmäre Mark (moelle subgemmaire) unterscheiden. (Siehe Tafel II, Fig. 1.)

Obwohl GRIS und HARTIG die lange Lebensdauer der Markzellen hervorgehoben haben, wird von Wachstum und Zellteilungen im Mark der verholzten Zweige nicht gesprochen.

Es wird allgemein angenommen, daß im Mark nach Schluß des Holzringes wohl histologische und physiologische Vorgänge

1) Eine ausführlichere Arbeit mit 8 Textabbildungen wird im Bd. X, Heft 1, 1910, der Mitteilungen der schweiz. Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen in Zürich erscheinen.

2) TH. HARTIG, In verschiedenen Abhandlungen von 1839 an, und in Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen. Berlin 1878.

3) A. GRIS, Sur la moelle des plantes ligneuses. Nouvelles archives du Muséum t. VI p. 201—302, Taf. 12 à 20 mit Résumé in Annales des sc. nat. Vème Série Tome XIV, p. 31—79, Pl. IV à VII. Paris 1872.

4) Es sind sogar durch PAYEN (in GRIS, loc. cit. An. sc. nat. p. 73) im Mark eines 28jährigen Eschenstammes stärkeführende Zellen beobachtet worden.

5) Siehe J. SCHRÖDER, Die Frühjahrsperiode des Ahorns. PRINGSH. Jahrb. VII, S. 261.

*) Diese Mitteilung konnte aus technischen Gründen im vorigen Hefte nicht gebracht werden.

sich vollziehen können, daß aber kein nachträgliches Wachstum stattfindet.

SANIO[1]) ist sogar der Meinung, daß Zellteilungen im Mark sofort nach der Differenzierung der Fibrovasalstränge aufhören.

Seither wurde durch KASSNER nachgewiesen, daß bei mit lückenhaftem Mark versehenen Arten der Gattungen *Pterocarya*, *Evonymus*, *Ampelopsis*, *Lycium*, *Solanum* und vor allem *Ribes* die Lücken am Ende des ersten oder im Laufe des zweiten Jahres, nach dem Schluß des Holzzylinders, durch Teilung der umgebenden Markzellen ausgefüllt werden können.

Eine solche Zellteilung ist durch KASSNER[2]) sogar in einem sechsjährigen Internodium von *Ribes* beobachtet worden.

Das Mark der durch KASSNER untersuchten Arten verdankt sein nachträgliches Wachstum dem Umstande, daß bestimmte Markzellen eine Zeitlang ihre unverholzte Membran beibehalten und daß durch infolge Desorganisation anderer Zellen entstandene Lücken Platz für die Ausdehnung und Vermehrung der noch lebenden Zellen geschaffen wird.

Neuerdings ist auch durch J. KOBLER[3]) festgestellt worden, daß bei *Symphoricarpus racemosus* ein nachträgliches Markdickenwachstum stattfindet, obgleich schon im ersten Jahre ein geschlossener Holzring gebildet wird. „Die zwischen den Holzkeilen verlaufenden Marktstrahlen sind aber erst in mehrjährigen Sprossen verholzt, deshalb kann in der ersten oder zweiten Vegetationsperiode eine Erweiterung des Markzylinders durch Auseinanderrücken der Holzelemente geschehen[4])."

Im Zusammenhang mit den oben kurz erwähnten Arbeiten, möchte ich eine von mir kürzlich beobachtete Holzbildung im Mark erörtern. Anläßlich einer Untersuchung der Struktur der Astwinkel ist es mir gelungen, beim Schneiden von zahlreichen Astansätzen von Fichten bei einigen Individuen eine auf das Markzwischenstück lokalisierte abnorme Struktur zu beobachten.

Diese besteht darin, daß neben parenchymatischen, stärkeführenden oder desorganisierten Zellen gewundene Tracheiden

1) SANIO, C., Über endogene Gefäßbündelbildung. Bot. Zeitung 1864, XXII. Jahrg., S. 210.

2) KASSNER, Über das Mark einiger Holzpflanzen. Inaug.-Dissert., Basel 1884.

3) J. KOBLER, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Markes einiger Dicotylen. Mitteil. der naturf. Gesells. in Freiburg (Schweiz), Bd. III, Heft 1, 70 Seiten, Freiburg 1908.

4) loc. cit. S. 66.

auftreten, zwischen denen markstrahlähnliche und sclerenchymatische, meist unverholzte Zellen eingeschlossen sind. (Fig. 2.)

Diese Tracheiden sind weniger verholzt als die des Holzringes, sie sind häufig gestreift wie die Rotholztracheiden und mit kleinen behöften Tüpfeln versehen. Sie bilden Knäuelfiguren, welche ihrem Aussehen nach an diejenigen des Wund- oder Maserholzes erinnern.

Die desorganisierten, sowie die getüpfelten parenchymatischen Zellen können sich entweder innerhalb der Tracheiden befinden oder dieselben vollständig umschließen.

Das normale Markzwischenstück in 2—5jährigen Zweigen hat eine ganz andere Struktur. Es besteht vor allem aus braunen toten Zellen, deren Wände wenig verdickt sind und deren Inhalt meistens in eine homogene braunrote Substanz umgewandelt wird, welche der Zellwand häufig in kugeligen Massen anliegt. Die braunen Elemente sind meist von dickwandigen, getüpfelten, nicht gefärbten und anderen unverholzten Zellen umgeben.

Im unteren Teil strecken sich die Zellen, indem sie allmählich den Charakter der gewöhnlichen Markzellen einnehmen; im oberen Teil dagegen entsteht gewöhnlich eine sog. „Marklücke", die zum ersten Male durch CASPARY[1]) bei der Fichte entdeckt, später durch FRITSCH[2]) bei den Koniferen näher untersucht worden ist.

Das oben beschriebene abnorme Verhalten wird erst verständlich, wenn man die Entstehung des Markzwischenstückes in der Fichtenknospe verfolgt.

Im Laufe des Sommers wird in der Verlängerung des Markzylinders der Vegetationskegel aufgebaut. Dieser entwickelt sich erst im nächsten Frühjahr und wird von dem darunter liegenden Marke durch eine besondere Schicht aus 5—10 Zellreihen, die sog. Markscheidewand, getrennt. Die Zellen der Markscheidewand sind mehr oder weniger abgeplattet, dickwandig, meistens getüpfelt, enthalten häufig noch den Zellkern, während andere einen körnigen braungelben Inhalt aufweisen.

Unmittelbar unterhalb der Markscheidewand ist das jüngste Mark bedeutend erweitert und kann als Markanschwellung bezeichnet werden.

Diese Markanschwellung wird fast bis oben von den jungen Holzsträngen umgeben; diese setzen sich aufwärts durch lang-

1) CASPARY, R., Die Krummfichte, eine markkranke Form. Schriften der phys.-ökon. Gesellschaft, Königsberg, Bd. XIV, Anmerk. S. 114.

2) FRITSCH, C., Über die Marklücke der Coniferen. Dieselben Schriften Bd. XXVI, S. 45, Taf. I und II.

gestreckte Leitparenchymzellen fort und sind durch breite Markstrahlen voneinander getrennt.

Die Markanschwellung besteht aus großen plasmareichen abgerundeten Zellen, die je mit einem großen Zellkern versehen sind und im höchsten Grad den Charakter embryonalen Gewebes zeigen. In den einen speichert sich je nach der Jahreszeit mehr oder weniger Stärke, in anderen Farbstoff auf; viele enthalten Coniferin; die Zellen der Markkrone, sowie die umgebenden zeichnen sich durch dicke Wände und enge Lumina aus. (Fig. 3.)

Im Laufe des zweiten Jahres tritt diese Differenzierung stärker hervor; die peripherischen Zellen verdicken ihre Wände und können, dank ihrer zahlreichen Tüpfel, als wasserleitende Zellen bezeichnet werden.

Auch treten kristallführende Zellen[1]) meistens in der Nähe der Holzstränge und der Markstrahlen auf, welche zahlreiche (bis 20 in derselben Zelle) prismatische Kalkoxalatkristalle enthalten. Nicht selten findet man in derselben Zelle gleichzeitig Stärkekörner und Kristalle. (Fig. 3.)

Zwischen den verschiedenen Knospen treten in der Verteilung der stärke-, wasser-, kristalle- und gerbstoffführenden Zellen Unterschiede auf: bald sind die stärke- und gerbstoffhaltigen Zellen in der Mitte, bald an der Peripherie vorherrschend.

Später, nach dem Eintritt der Differenzierung, bleiben einige Zellen der Markanschwellung unverändert, indem sie ihre unverholzte und ungetüpfelte Wand behalten und ihr Protoplasma keinen Reservestoff aufspeichert. Solche Zellen, welche eine Zeitlang ihre ursprüngliche Beschaffenheit behalten, und als meristematische Zellen bezeichnet werden können, teilen sich in der Regel nach dem ersten Jahre nicht mehr, und schließlich werden sie mehr oder weniger zerdrückt. In 3—5jährigen, schon desorganisierten Markzwischenstücken sind sie aber noch durch ihre violette Färbung mit Chlorzinkjod zu erkennen. Vermutlich können unter Umständen diese Zellen nachträglich veranlaßt werden, sich wieder zu teilen und so die oben erwähnten Tracheiden im Mark zu bilden.

In bezug auf die Markanschwellung bei *Picea excelsa* schreibt E. JAHN in einer Abhandlung, betitelt: „Holz und Mark an den Grenzen der Jahrestriebe“[2]): „Es mag das (diese Anschwellung)

1) In dieser Beziehung weicht die Fichtenknospe ziemlich von der Tannenknospe ab. Siehe W. BUSSE. Beiträge zur Kenntnis der Morphologie der Weißtanne, Flora 1893.

2) Bot. Centralblatt Bd. LIX, S. 355.

in Beziehung stehen zu der wirteligen Anordnung der Seitenknospen, die sich rings um die Terminalknospe stellen, oder noch wahrscheinlicher mit der reichlichen Ausstattung der Knospen mit Schuppenblättern, deren Spuren alle dicht übereinander abgehen müssen und Abnormitäten im Holzbau hervorrufen".

Ich kann mich dieser Ansicht nicht anschließen; denn die Markanschwellung weist den Charakter eines umgeformten Gewebes gar nicht auf, sondern zeigt vielmehr im jungen Zustande sämtliche Eigenschaften eines Nähr- und Bildungsgewebes. Seine Rolle bei der Bildung des Vegetationskegels ist nicht zu verkennen.

Leider ist es mir nicht gelungen, den Ursprung und die Entwickelungsgeschichte dieser Tracheidbildung im obenerwähnten Markzwischenstücke verfolgen zu können. Mit großer Wahrscheinlichkeit kann man aber annehmen, daß unter dem Einfluß einer bestimmten Reizwirkung die in der Markanschwellung zerstreuten meristematischen Zellen sich geteilt[1]) und auf Kosten der in den Nachbarzellen enthaltenen Nährstoffe gestreckt haben, indem sie sich in Tracheiden umbildeten.

Da dieselben in einem unausdehnbaren Raum eingeschlossen waren, wurden sie zur Knäuelbildung gezwungen, indem sie den Inhalt von den dünnwandigen Zellen, welche durch sie verdrängt wurden, verzehrten[2]).

In der Tat haben wir es also mit einem intramedullären Wundholz zu tun, dessen Elemente wahrscheinlich im Laufe ihrer Bildung durch Druckwirkungen beeinflußt worden sind.

Unsere Wundholzbildung im Mark läßt sich mit derselben in Maser und Callus nicht nur dem Aussehen nach, sondern auch nach ihrer feinen Struktur vergleichen, namentlich in bezug auf die Verteilung und Beschaffenheit der kurzen parenchymatischen oder

1) Diese Erklärung stimmt überein mit den Gesetzen der freien Oberflächen von C. E. BERTRAND. „Lois des surfaces libres", Bull. soc. bot. de France Vol. XXXI, 1884, p. 3. „Lorsque des productions secondaires tardives se forment dans un organe, elles sont toujours dues à l'activité d'une zone génératrice à cloisonnement tangentiels dépendante d'une surface libre naturelle ou artificielle ... telle que la surface limite d'un tissu modifié ou écrasé, etc. . . " Immerhin ist es, in unserem Fall, nicht sicher, daß sämtliche Scheidewandbildungen in tangentialer Richtung sich vollgezogen haben.

2) Ein ähnlicher Vorgang wird in SORAUER, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. I, S. 852, anläßlich der Beschreibung der aus ruhenden Knospen entstandenen Rindenknollen besprochen . . . „der in der Rinde isolierte Knospenfibrovasalkörper . . . bildet neue Holzlagen . . . ohne die Mitwirkung von Blättern; er muß also sein plastisches Material aus der umgebenden grünen Stammrinde beziehen."

sclerenchymatischen Zellen, welche zwischen oder in den Knäueln eingeschlossen sind.

Auch die mannigfaltige Ausbildung der Markstrahlen erinnert an diejenige des Wellen- und des Maserholzes.

Fragen wir nun nach der Ursache unseres Wundholzes:

Von einer Frostwirkung kann kaum die Rede sein; denn die Zweige, in welchen das abnorme Mark eingeschlossen war, zeigten äußerlich keine sichtbare Veränderung. Ebenfalls konnte ich weder von parasitischen Pilzen noch von Insektenstichen eine Spur bemerken. Von vornherein ist jedoch die Möglichkeit einer Mitwirkung von Insektenstich nicht ausgeschlossen: Es sind Fälle bekannt, wo oberflächliche Insektenstiche traumatische Reizwirkung auf tiefliegende Gewebe ausgeübt haben[1]).

Aller Wahrscheinlichkeit nach sind die oben beschriebenen Tracheiden im Mark zur Zeit der Knospenentfaltung, der sog. „Deperulation", entstanden.

Nach dem Bruch der Knospenschuppen ist die Markanschwellung nur noch durch ein zartes Rindenparenchym und einen durch breite Markstrahlen unterbrochenen Holzring umgeben. Es fragt sich, ob unter solchen Umständen ein Insektenstich die Zellen der Markanschwellung beeinflussen und ihre Teilung verursachen kann.

In dieser Hinsicht merkwürdig ist der Fall von Reizübermittelung, welchen MÄULE[2]) bei *Evonymus europaea* beschrieben hat.

Auf experimentellem Wege, durch Abschneiden von kleinen Rindenstücken bei wachsenden Zweigen, wird nämlich im Mark die Bildung eines sekundären Meristemrings verursacht, welcher konzentrische Xylem- und Phloëmschichten innerhalb des schon vorhandenen Holzzylinders bildet. Merkwürdigerweise fängt diese nachträgliche Holzbildung erst nach vollständiger Vernarbung der oberflächlichen Wunde an. Durch die Verwundung wird im darunterliegenden Holze eine Farbenänderung hervorgerufen, welche sich allmählich den Markstrahlen entlang bis zum Mark fortpflanzt. Erst dann fängt die Teilung der Markzellen an. In diesem Falle wird also das Mark nicht direkt durch die Verwundung, nicht einmal durch den Wundreiz, sondern erst durch eine mit der Verwundung zusammenhängende Erscheinung zur Ausbildung von Wundholz veranlaßt. Es ist auch bekannt, daß Mark infolge schwerer Wunden zur Callusbildung veranlaßt wird. Ein solcher

1) Siehe BEIJERINCK.

2) Faserverlauf im Wundholz, S. 27, in „KÜSTER", Pathologische Pflanzenanatomie.

Fall, der uns besonders interessiert, wurde von ED. PRILLIEUX in Ac. des sc. de Paris[1]) mitgeteilt. Bei verschiedenen, häufig als Stecklinge benutzten Arten, namentlich bei *Coleus*, besteht das Mark aus dünnwandigen stärkehaltigen Zellen. Nach Abschneiden des Stengels entsteht nebst der Peridermbildung eine ziemlich tiefliegende meristematische Schicht, deren Zellen sich nach verschiedenen Richtungen teilen und gewundene Tracheiden ausbilden. Die so entstandenen Knäuelfiguren enthalten in ihrem Zentrum kleine Zellen, welche ungeteilt bleiben. Es handelt sich hier um eine Erscheinung, welche mit derjenigen, die wir beschrieben haben, große Ähnlichkeit besitzt, die aber auf einer ganz anderen Ursache beruht.

Es bleibt noch die Möglichkeit einer Druckwirkung auf die Zellen der Markanschwellung. Wie schon durch DE BARY[2]) hervorgehoben wurde, „ist die Möglichkeit einer direkt durch den Dickenzuwachs verursachten Veränderung des Markes von vornherein nicht ausgeschlossen". „Das großzellige Mark bei *Aristolochia Sipho* z. B. wird, nach STRASBURGER[3]), mit fortschreitendem Dickenwachstum des Holzkörpers durch diesen flach gedrückt."

Infolge des Dickenwachstums wird die Markanschwellung bedeutend stärker zusammengedrückt als das internodiale Mark. Dank der sehr turgeszenten plasmatischen Zellen, wird durch die Markanschwellung eine Verschiebung der jungen Holzstränge bewirkt; so entsteht eine entsprechende Holzanschwellung, welche beim entrindeten Jahrestriebe sehr deutlich sichtbar ist.

Später, im Laufe des zweiten Jahres, verschwindet die Holzanschwellung und wird durch die neuen Holzschichten ausgeglichen. Sehr wahrscheinlich werden dadurch die Zellen der Markanschwellung sowie die primären Tracheiden gepreßt. Inwieweit ein solcher Druck als Reizursache wirken kann, läßt sich schwierig sagen.

In der Tat ist es mir gelungen, in einigen Fällen das Zerdrücken der innersten Tracheiden des Holzringes zu beobachten; diese Erscheinung war aber nicht allgemein. Immerhin scheint mir die Annahme nicht unwahrscheinlich, daß z. B. infolge ungewöhnlich starker Entwickelung der Seitenknospen, seitliche Druckwirkungen ausgeübt werden, die zur Bildung des Wundholzes führen können.

Diese Vermutung wird durch die KNYschen experimentellen

1) C. R. P. 1882, S. 1479.

2) Vergleichende Anatomie S. 549.

3) STRASBURGER, „Über den Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen" S. 257.

Versuche „Über den Einfluß von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewände[1]) usw. unterstützt.

Bei zerdrückten Stengeln von *Impatiens*, *Begonia* und *Bryophyllum* konnte L. KNY im fertig gebildeten Mark Zelliteilungen beobachten.

„Von großem Interesse ist es, daß im Marke der gequetschten Internodien noch Teilungen stattfanden, während dieselben im Marke des nächst jüngeren und nächst älteren Internodiums desselben Sprosses bereits erloschen waren. Dies bestätigt die Wahrnehmung ..., daß der Druck in gewissen Fällen den Eintritt von Zellteilungen begünstigt, wo solche ohne seine Mitwirkung nicht mehr stattgefunden hätten."

Es ist noch die Frage zu erörtern, warum aus den gereizten Markzellen Tracheiden und nicht andere Elemente gebildet wurden.

Wahrscheinlich wird infolge des in den zerdrückten jungen Holzsträngen erschwerten Wassertransports dafür eine stärkere Aufwärtsleitung des Wassers durch die Markanschwellung benötigt.

Jedenfalls wirkt die Markanschwellung auch im normalen Zustand bei der Wasserversorgung der sich entfaltenden Knospen. Durch die rasche Streckung der jungen Triebe, sowie durch die zahlreichen Nadeln, welche ihren ganzen Umfang besetzen, wird ein Wasserstrom hervorgerufen, für welchen die die Markanschwellung umgebenden, engen und wenig zahlreichen Tracheiden nicht hinreichen würden, wenn die parenchymatischen plasmareichen Elemente des jungen Markes sich dabei nicht beteiligten.

Wie es auch durch E. JAHN[2]) betont wurde, sind die letztgebildeten Tracheiden mehr oder weniger zerdrückt, und in bezug auf den Wassertransport befinden sie sich nicht in der direkten Verlängerung der sich im nächsten Frühjahr bildenden Tracheiden. Übrigens sind am Anfang des zweiten Jahres die meisten Zellen der Markanschwellung so reichlich getüpfelt, daß es keinem Zweifel unterliegt, daß sie eine bedeutende Rolle beim Wassertransport spielen müssen.

Nicht nur das jüngste Mark, sondern auch das internodiale Mark soll bei den jungen Trieben den Wassertransport in der Querrichtung übermitteln, und zwar durch die zahlreichen halbsclerenchymatischen reichlich getüpfelten Zellen der Markdiaphragmen.

Von diesen Markdiaphragmen wurde, soweit mir bekannt ist,

1) PRINGSH. Jahrb., Bd. XXXVII, 1902, S. 90.
2) Loc. cit. S. 327.

in der Literatur wenig gesprochen: E. JAHN spricht in der oben zitierten Arbeit nicht davon; W. BUSSE[1]) in „Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Jahresperiode der Weißtanne" hat ihnen nur zwei Zeilen gewidmet, indem er sagt, daß sie wahrscheinlich keine mechanische Rolle spielen. Ich bin auch der Meinung, daß diese Diaphragmen im Mark von *Picea excelsa* mit einer Verstärkung dieses Gewebes gar nichts zu tun haben; hingegen ist es klar, daß sie vor allem den Wassertransport in radialer Richtung, namentlich bei der Knospenstreckung, erleichtern müssen. Später, wenn die Zweige einmal verdickt sind, wird die Zahl der Nadeln in bezug auf das Volumen des leitenden Holzteiles viel kleiner, deshalb kann den transpirierenden Organen durch die Tracheiden der Nerven das nötige Wasser leichter zugeleitet werden.

Bei dem Jahrestriebe fängt die Bildung der Diaphragmen in der Nähe der Markscheidewand an und endigt in dem unteren Teile der Markanschwellung. Dort sind die Diaphragmen regelmäßig quergespannt und bestehen aus relativ dünnwandigen stark getüpfelten Zellen, die einigermaßen an die des Knotenmarkes der Weinrebe oder noch eher an die durch A. GRIS beschriebenen Markdiaphragmen von *Magnolia* und *Liriodendron* erinnern. Hingegen weichen sie stark von den dickwandigen Zellen der Markscheidewand ab.

Mit dem Alter gehen einige Zellen der Markdiaphragmen allmählich in Sclerenchymzellen über; viele behalten aber bis zum Ende des zweiten Jahres und sogar noch länger ihr Protoplasma nebst dem Zellkern und zwar selbst, wenn ihre Wandung stark verdickt und verholzt worden ist; noch andere enthalten Stärke und Kristalle. Das sind alles Momente, die mit der Rolle übereinstimmen, welche wir ihnen bei Wasserversorgung und Ernährung der sich entwickelten Triebe zugeschrieben haben.

Zusammenfassung.

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß die Markanschwellung bei *Picea excelsa* im Laufe der Knospen- und Jahrestriebentwicklung eine bedeutende Rolle spielt. Einige Zellen des Markzwischenstücks behalten einige Zeit ihren embryonalen Charakter bei. Aller Wahrscheinlichkeit nach kann nun unter dem Einfluß irgendeiner Reizwirkung, so z. B. eines im Laufe des Wachstums ausgeübten Druckes, die Teilungsfähigkeit, bzw. die Tätigkeit dieser

1) W. BUSSE, Flora, 1893, S. 120.

Zellen sich fortsetzen und zur Bildung neuer Elemente, nämlich Tracheiden führen. Daß Tracheiden entstehen, erklärt sich durch die Mitwirkung der Markanschwellung bei der Wasserversorgung der jungen Triebe. Was die Knäuelbildung anbetrifft, so ist sie durch die Begrenzung des Raumes, in welchem die Tracheiden sich entwickeln mußten, leicht zu begreifen. An ihrer Streckung wurden sie

1. durch die festen Zellen der Markscheidewand,
2. durch die Anhäufung von desorganisierten Zellen und schließlich
3. durch den geschlossenen Holzring verhindert.

Eine verschiedenartige Polarität der Tracheiden, wie MÄULE und VÖCHTING sie annehmen, ist zur Erklärung der Knäuelbildung überflüssig.

Zürich, Pflanzenphysiol. Institut des eidg. Polytechnikums.
Januar 1910.

Erklärung der Tafel II.

Fig. 1. Schema eines medianen Längsschnittes durch einen 3jährigen Zweig von *Picea excelsa*. (Absichtlich sind die oberen Seitenknospen und die Knospenschuppen weggelassen.)

c.v. Vegetationskegel mit Blattanlagen.
c.s. Markscheidewand.
Markanschwellung.
r.m$_1$. jung, noch nicht differenziert, entspricht der „moelle subgemmaire (GRIS),
r.m$_2$. item. am Anfang des zweiten Jahres, mit differenzierten Zellen.
r.m$_3$. 3jährige Markanschwellung mit desorganisierten Zellen und Marklücke l m.; 2. und 3 stellen die „moelle interraméale“ (GRIS) oder das „Markzwischenstück“ (SCHRÖDER) dar.
r l. Holzanschwellung.
m.i. Internodiales Mark mit Diaphragmen (d.m. in Fig. 2).
ec. Rinde.
r.l. Seitenzweige mit ihren Mark- und Holzanschwellungen.
b 1, b 2, b 3. Holzringe des ersten, zweiten und dritten Jahres.

Fig. 2. Schema eines medianen Längschnittes durch ein Wundholz enthaltentendes Markzwischenstück.

t.i. Knäuelfiguren aus gewundenen Tracheiden (Wundholz) von desorganisierten Zellen (c.m) umgeben.
p. Paranchym. aus wasserleitenden, sclerenchymatischen und gerbstoffhaltigen Zellen bestehend.
d.m. Diaphragma.
c m. Markkrone.
Andere Buchstaben wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Verschiedene Zelltypen: a—e in zweijährigen Markanschwellungen; f und g in Markdiaphragmen. (Camera lucida, Apochr. Korits. 8.)
a. plasmahaltige, nicht differenzierte Zelle (embryonaler Zustand),
b. gerbstoffhaltige Zelle, deren Inhalt in eine braune Substanz umgewandelt ist,
c. stärkehaltige Zelle mit Zellkern und Kalkoxalatkristallen. Die Stärkekörner sind länglich und gebogen,
d. Wand einer stark getüpfelten wasserleitenden Zelle,
e. junge gerbstoffhaltige Zelle,
f. sclerenchymatische Zelle eines Markdiaphragmas,
g. junge Sclereide, die noch ihren Zellkern enthält.

10. Hans Curt Dommel: Über die Spaltöffnungen der Gattung Euphorbia.

(Mit Tafel III und einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 15. März 1910.)

Wie die Untersuchungen von BENECKE, COSTANTIN und GALLAUD, GAUCHER und SOLEREDER über den Bau der Stomata bei den Euphorbien ergeben haben, kommt bei den sukkulenten Arten der Rubiaceentypus, bei dem zwei Nebenzellen dem Spalte parallel sind, und bei den einheimischen der Ranunculaceentypus vor, wo drei Nebenzellen den Spalt derart umgeben, daß zwei ihm parallel liegen, während die dritte quer dazu gelagert ist. Indem ich nun Oberflächenschnitte und Querschnittsansichten der Stomata einiger tropischen Arten mit denen von einheimischen verglich, gelangte ich bei den nicht sukkulenten Euphorbien zu der interessanten Tatsache, daß die beiden oben angeführten Typen nicht willkürlich über die ganze Pflanze verteilt, sondern in dieser Beziehung einer gewissen Gesetzmäßigkeit unterworfen sind, die vielleicht auf phylogenetischer Basis beruht.

Ich hatte außerdem Gelegenheit, einige mir von Herrn Professor Dr. VOLKENS freundlichst überlassene tropische Arten, die bisher auf ihren stomatären Apparat noch nicht untersucht waren, auf ihr Verhalten zu den obigen Angaben hin zu prüfen.

Als Material standen mir zur Verfügung: *E. Reinhardtii*, *E. virosa*, *E. canariensis* und *E. cereiformis* von den Stamm-, *E. splendens* von den Blattsukkulenten, und von den einheimischen Arten: *E. lathyris*, *E. peplus*, *E. cyparissias*, *E. Gerardiana* und *E. amygdalarum*.

Die von COSTANTIN und GALLAUD[1]) über die madagaskarischen Arten angeführte Tatsache, daß bei den sukkulenten Euphorbien nur der Rubiaceentypus vorkomme, konnte auch ich an meinem Material bestätigen. In der Querschnittsansicht zeigt sich hier eine überraschende Gleichförmigkeit. Die Schließzellen erscheinen stets ellipsoid. Ihre Längsachse steht senkrecht zur Oberfläche. Entsprechend ihrem Standort und Klima sind sie alle mit einer starken im Querschnitt dreikantigen äußeren Cuticularleiste versehen. Bei *E. cereiformis* greift diese schnabelförmig über die Oberfläche hinaus und zeigt ein ähnliches Bild wie die von GAUCHER[2]) beschriebene Leiste von *Toxicodendron Capense* (Fig. 11). Die Nebenzellen, deren Außenwände bei *E. Reinhardtii* durch ihre Mächtigkeit nahezu ein Drittel der ganzen Zellhöhe einnehmen (Fig. 8), greifen stets bogig unter die Stomata. Eine Einsenkung des gesamten Apparates konnte ich nicht beobachten. Auch die Schließzellen selbst sind nur wenig eingesenkt. Sie stehen gewöhnlich in der Mitte der Nebenzellenhöhe (Fig. 8, 9, 11, 12).

Bei den hiesigen untersuchten Arten fand ich außerdem noch den bereits von GALLAUD festgestellten Ranunculaceentypus. Beide Typen sind jedoch nicht gleichmäßig über die ganze Pflanze verteilt. Es zeigt sich, daß der Rubiaceentypus an den Stengeln durchweg der dominierende ist, während der Ranunculaceentypus nur sehr vereinzelt auftritt. Dazwischen befinden sich aber Übergangstypen, wie sie Fig. 6 darstellen. Bei den Blättern traf ich jedoch vorwiegend den Ranunculaceentypus an und Apparate, bei denen beide Typen vereinigt sind, während der reine Rubiaceentypus selten vorkommt.

Im Oberflächenschnitt sowohl als auch im Querschnitt zeigen die Stomata der Stengel eine außerordentliche Ähnlichkeit mit den tropischen Arten. Auffällig ist vor allen Dingen die starke Ausbildung der äußeren Cuticularleiste und der Hinterhofsleiste; ferner die mit der Längsachse zur Oberfläche senkrecht gestellte ellipsoide Form der Schließzellen und deren geringe Einsenkung im Gegensatz zu der tiefen bis nahezu unter die erste Zellreihe gehenden Einsenkung des Schließzellenpaares bei den Blättern der einheimischen Arten. Außerdem treffen wir auf eine relativ starke Nebenzellenaußenwand. Die Nebenzellen selbst greifen bogig unter die Schließzellen (Fig. 13, 14, 15, 16, 17), während sie bei den

1) COSTANTIN et GALLAUD, Nouveau groupe du genre *Euphorbia*, Ann. sc. nat. Ser. 9. T. II, p. 287.

2) GAUCHER, Recherches anatomiques sur les *Euph.*, Ann. sc. nat. Ser. 8, T. XV. 1902, p. 161—309.

Blättern infolge der tiefen Einsenkung von der Seite her angreifen (Fig. 19—22). Der Apparat bei *E. splendens* unterscheidet sich kaum von dem bei *E. lathyris;* der von *E. cyparissias* entspricht ungefähr dem von *E. Reinhardtii.* Ein ähnliches Querschnittsbild bietet *E. peplus, E. Gerardiana* und *E. amygdalarum.* Bei diesen Arten habe ich außerdem eine Kammerung der Epidermiszellen konstatieren können, die bei den tropischen Arten fast durchweg vorkommt[1]). Sie ist aber bei unseren Arten nicht so regelmäßig

Euphorbia cereiformis

wie z. B. bei *E. virosa,* wo sich in den Epidermiszellen stets eine zur Außenwand parallele und eine auf dieser Parallelen senkrechte Wand befindet, so daß im Querschnitt die Kammerung wie ein T-Träger aussieht (Fig. 16). Hierbei möchte ich noch bemerken, daß bei den tropischen Arten die Epidermisaußenwand durch und durch cutinisiert ist. Dies trifft bei den Stengeln der einheimischen nicht zu, sondern die Cuticula hebt sich hier bei der Chlorzinkjodprobe scharf von der Cellulose ab.

1) GAUCHER, Recherches anatomiques sur les *Euph.*, Ann. sc. nat. Ser 8, T. XV. 1902, p. 161—309.

Ein ganz anderes Querschnittsbild bieten die Stomata auf den Blättern der nicht sukkulenten Euphorbien dar. Wir haben es hier mit kleinen runden, bis zur Hälfte unter die erste Zellreihe eingesenkten Schließzellen zu tun, deren Verdickungen im Verhältnis zu denen der Stengel schwach zu nennen sind. Die Nebenzellenaußenwand mündet glatt in die äußere große Atemhöhle ein (Fig. 18—22), während sie bei den tropischen Arten und den Stengeln der einheimischen gewöhnlich einen kleinen Wall um den Spalt herum bildet (Fig. 8, 11, 13, 15). Bei meinem Material befanden sich die Stomata auf beiden Seiten der Blätter, was bei den Euphorbien nach SOLEREDER[1]) selten vorkommt.

Bei allen untersuchten tropischen Arten fand ich ferner, daß die Spaltöffnungen parallel zur Achse des Stammes verlaufen. Nur *E. cereiformis* schien davon eine Ausnahme zu machen, indem die Stomata zur Hauptachse quergestellt sind. Es erwies sich jedoch, daß die höckerige Oberfläche aus reduzierten Sprossen zusammengesetzt ist, zu deren Achse die Apparate parallel laufen. *E. Alluaudi* Drake, *E. leucadendron* Drake und *E. oncoclada* Drake, von denen COSTANTIN und GALLAUD behaupten, daß ihre Spalten quer zur Achse gestellt sind, standen mir leider nicht zur Verfügung. Ich nehme jedoch an, daß bei ihnen ähnliche Verhältnisse wie bei *E. cereiformis* vorliegen, da es mir sonderbar erschiene, wenn drei Arten von einem sonst überall zur Geltung kommenden Prinzip eine Ausnahme bilden sollten.

Es scheint nach dem obigen, daß dem Oberflächenbild auch eine bestimmte Querschnittsansicht entspricht, so daß also an den untersuchten Arten der Rubiaceentypus an den Querschnitt der tropischen Arten gebunden ist und der Ranunculaceentypus an denjenigen der Blätter der einheimischen.

Die Untersuchungen haben also folgendes ergeben:

1. Die Stomata an den Stengeln der einheimischen Euphorbien stimmen mit denen der tropischen Arten im Typus und Bau im wesentlichen überein.
2. Im Stengel der einheimischen Arten ist ein langsamer Übergang vom Rubiaceentypus in den Ranunculaceentypus zu bemerken, wobei Apparate gebildet werden, deren Nebenzellen scheinbar nicht besonders orientiert sind.
3. In den Blättern der einheimischen Arten ist der Rubiaceentypus zur Durchführung gebracht. Auch das Quer-

1) SOLEREDER, Anat. d. Dicotyledonen. S. 837.

schnittsbild unterscheidet sich wesentlich von dem der sukkulenten Arten.

4. Von den tropischen Arten ist über die Stengel der einheimischen bis zu deren Blättern ein allmähliches Abnehmen der Größe des Apparates zu bemerken.

Vielleicht kann dieser Übergang vom zweizelligen zum dreizelligen Typus als eine allmähliche Anpassung im Sinne Benecke's[1]) angesehen werden oder auch einen phylogenetischen Fingerzeig bedeuten[2]), was ich hier noch nicht entscheiden möchte.

Die Untersuchungen wurden im Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Berlin ausgeführt. Für Überlassung des Materials, Anregung und liebenswürdige Unterstützung bin ich dem Leiter des Institutes, Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. L. Kny, sowie auch Herrn Prof. Dr. W. Magnus und Herrn Prof. Dr. Volkens zu tiefem Danke verpflichtet, dem ich an dieser Stelle Ausdruck gebe.

Literatur.

1. Benecke, Die Nebenzellen der Spaltöffnungen. Bot. Ztg. 1892, S. 589.
2. Costantin et Gallaud, Nouveau Groupe du genre *Euphorbia*, Ann. sc. nat. Ser. 9, 2. p. 287.
3. Gaucher, Recherches anatomiques sur les *Euph.*, Ann. sc. nat. Ser. 8, T. XV. 1902. p. 161—309.
4. Solereder, Anat. der Dicotyledonen. Bd. 1, S. 833. Bd. 2, S. 286.
5. Porsch, Der Spaltöffnungsapparat.

Erklärung der Tafel III.

Fig. 1 Spaltöffnung von *E. Reinhardtii.*
„ 2 „ „ *E. virosa.*
„ 3 „ „ *E. cereiformis.*
„ 4 „ „ *E. splendens.*
„ 5 „ „ *E. lathyris* (Stengel).
„ 6 „ „ *E. lathyris* (Stengel, Übergangstypus).
„ 7 „ „ *E. lathyris* (Blatt).
„ 8 „ „ *E. Reinhardtii.*
„ 9 „ „ *E. virosa.*
„ 10 „ „ *E. canariensis.*
„ 11 „ „ *E. cereiformis.*
„ 12 „ „ *E. splendens.*
„ 13 „ „ *E. cyparissias* (Stengel).
„ 14 „ „ *E. amygdalarum* „
„ 15 „ „ *E. peplus* „
„ 16 „ „ *E. Gerardiana* „

1) Benecke, Die Nebenzellen der Spaltöffnungen.
2) Porsch, Der Spaltöffnungsapparat.

Fig. 17 Spaltöffnung von *E. lathyris* (Stengel)
„ 18 „ „ *E. ciparissias* (Blatt).
„ 19 „ „ *E. amygdalarum* „
„ 20 „ „ *E. peplus* „
„ 21 „ „ *E. Gerardiana* „
„ 22 „ „ *E. lathyris* „
„ 23 Klammerung der Epidermiszellen von *E. virosa*.
„ 24 „ „ „ „ *E. Gerardiana* (Stengel).

II. L. Wittmack: Verwendung von Sisymbrium-Samen in Chile.

(Eingegangen am 21. März 1910)

In meinem Artikel „Funde in alten chilenischen Gräbern" (diese Berichte Bd. XXV, 1907, S. 479) besprach ich als merkwürdigsten Fund kleine schwarze, mit Chloralhydrat sich aber schön bräunlichgelb färbende, mit Schleimpapillen versehene Samen, die ich für eine *Sisymbrium*-Art halten muß. Die Samen waren in einem kleinen Säckchen zwischen den Kleidungsstücken eines Leichnams gefunden, mußten also doch wohl eine besondere Bedeutung gehabt haben. Aber welche blieb mir damals rätselhaft. — Jetzt scheint das Rätsel gelöst:

Hr. Dr. BENIGNUS nämlich, der in Patagonien reiste, machte mich auf ein Buch von CHARLES RABOT, „La Terre de Feu" d'après le Dr. OTTO NORDENSKJÖLD, Paris 1902, Hachette & Cie., aufmerksam. Dort heißt es S. 94 von dem Volksstamm der Onas: „Die Onas sind auch Vegetarianer; sie sammeln (ils recherchent, was man sogar mit „lieben" übersetzen könnte) die Samen eines *Sisymbrium*, aus denen sie flache Kuchen (galettes) machen, nachdem sie dieselben zerstoßen haben, und essen einen Pilz so groß wie eine Kirsche *(Cyttaria)*, der, wie es scheint, einen vortrefflichen Geschmack hat" usw.

Wenn heute noch *Sisymbrium*-Samen in Feuerland, im südlichsten Chile verbacken werden, so ist es immerhin sehr wohl möglich, daß das früher im nördlichen Chile, in Calama, auch der Fall war.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich zugleich auf das inzwischen erschienene Prachtwerk des Sammlers dieser Samen, des schwedischen Forschers ERIK BOMAN, Mitglied der Mission scientifique

du Comte De Crequi-Montfort, aufmerksam machen, „Antiquités de la Région Andine de la République Argentine et du Désert d'Atacama". 2 Bde., Gr.-8°, Paris, Verlag von H. Le Soudier, 1908, mit vielen Abbildungen und Karten.

12. L. Wittmack: Botanische Untersuchungen der Florabüste von Leonardo da Vinci.

Bekanntlich ist ein großer Streit darüber entstanden, ob die für das Kaiser-Friedrich-Museum in Berlin zu einem hohen Preise in England erworbene bemalte Wachsbüste einer Flora wirklich, wie angegeben, von LEONARDO DA VINCI (1452—1519) stamme, oder von dem erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts lebenden englischen Bildhauer R. C. LUCAS († 1883). Tatsache ist, daß LUCAS eine Büste von LEONARDO DA VINCI in Händen gehabt hat, die ihm vielleicht zur Ausbesserung übergeben war. Er hat auch eine Photographie derselben anfertigen lassen und selbst unter diese geschrieben: „LEONARDO DA VINCI". Im Gegensatz dazu wird behauptet, daß LUCAS nach einem Gemälde eine Büste angefertigt habe und daß diese es sei, die jetzt im Kaiser-Friedrich-Museum die Bewunderung aller erregt.

Gelehrte der verschiedensten Wissenszweige wurden herangezogen und haben alle zugunsten der Echtheit der Büste ausgesagt. Siehe die veröffentlichten technischen Gutachten in „Amtliche Berichte aus den Königlichen Kunstsammlungen", XXXI. Jahrgang, Nr. 3, Dezember 1909, S. 74, und Nr. 4, Januar 1910, S. 114. Berlin, G. GROTEsche Verlagsbuchhandlung.

Von dem Chemiker bei den Königlichen Museen, Herrn Prof. Dr. FRIEDRICH RATHGEN, der namentlich das Wachs der Büste chemisch untersuchte, wurde ich aufgefordert, dasselbe mikroskopisch zu prüfen. Die betreffende kleine Probe Wachs stammt aus dem Innern der abgebrochenen Hand, sie konnte aber zur Entscheidung der Frage nicht beitragen, da in den Schmutzteilen, die dem Wachs anhafteten, nur gemeine Pilzsporen, anscheinend eine *Torula*, gefunden wurden. Pollenkörner waren in dem Wachs nicht zu finden.

Herr Prof. Dr. RATHGEN selbst hatte schon in dem Innern der Hand Reste von Insektenhäuten mit Haaren gefunden. Herr Professor Dr. HEYMONS, Kustos an der entomologischen Abteilung

des Museums für Naturkunde, dem wir das Präparat zeigten, erkannte an den gefiederten Haaren, daß es die Larvenhaut einer Anthrenusart war. Da diese Anthrenuslarven, namentlich Anthrenus museorum, der Kabinettkäfer, wohl in allen Museen vorkommen, so ist nach Herrn Prof. HEYMONS auch das nicht ausschlaggebend.

Im Innern der Büste findet sich, in Gips steckend, ein Stock oder wie Herr Prof. RATHGEN in den „Amtl. Berichten" Dezember 1909 S. 34 schreibt, ein Zweig. Dieser ist wohl zur Stütze angebracht worden; ob ursprünglich oder nachträglich bleibt dahingestellt. Mit vieler Mühe konnte Herr Prof. RATHGEN davon ein kleines Stück abschneiden und erhielt ich dies zur mikroskopischen Untersuchung. Es ist nur 1,1 cm lang, bei 5 mm Breite und stellt einen 2 mm dicken Teil eines Hirnschnittes dar, an dem man vier Jahresringe erkennt. Die Untersuchung ergab, daß es Fichtenholz, *Picea excelsa*, ist. Damit ist aber leider wieder nichts gewonnen. Wäre es Zypressenholz gewesen, so hätte man sicher schließen dürfen, daß es aus Italien stamme. Freilich kann man sagen, Fichten kommen in England gar nicht wild vor, während sie sich auf den Gebirgen Italiens zahlreich finden. Indessen wird in England seit langer Zeit Fichtenholz von Norwegen usw. eingeführt, und wenn man annimmt, daß vielleicht LUCAS erst das Holz zur besseren Stütze in die Büste gesteckt hat, so kann er sehr wohl solches importiertes Holz genommen, oder ein Stück von einer in einem englischen Garten kultivierten Fichte benutzt haben.

Auch mein verehrter Freund, Geh. Rat Prof. Dr. PAUL ASCHERSON, meint, daß aus dem Befunde „Fichtenholz" sich nichts über das Alter der Büste sagen lasse.

Im Hohlraum der Büste fand sich ferner ein locker hineingesteckter und mit dem Wachs in keinem Zusammenhang stehender Stoff. Ich erhielt davon zwei ganz kleine Proben, bezeichnet „Fasern um das Holz". Sie erwiesen sich in der Hauptmasse als Baumwolle, mit nur wenig Beimengung von Flachs.

Viel wichtiger als alle diese Funde scheint mir die von dem Wirklichen Staatsrat Exzellenz RAEHLMANN in Weimar gemachte Entdeckung, daß in dem Braun des Haares, das eine verhältnismäßig dicke Schicht darstellt, sich baumartig verzweigte Fasern finden, die von der Orseilleflechte (Roccella) herrühren. Diese Flechte wurde nach RAEHLMANN im Mittelalter in der Malerei, besonders der Temperamalerei viel benutzt. Sie wurde in Wasser abgekocht, als teigartige Masse oder zu Pulver zerstoßen verwendet. RAEHLMANN sah auch „die charakteristischen Algenzellen" (die Gonidien).

In der Diskussion bemerkte Herr Prof. Dr. VOLKENS, der Abbildungen der RAEHLMANNschen Präparate gesehen, daß es sich entschieden um einen Flechtenthallus handele. — Ich habe inzwischen RAEHLMANNs Aufsatz: „Wie ich die Florabüste untersuchte" („Die Umschau", XIV. Jahrg. Nr. 5, 29. Januar 1910, S. 81—84 m. 4 Abb.) eingesehen und kann Herrn Prof. VOLKENS nur beistimmen.

Daß die Lackmusflechte braune Farbe liefern kann, statt roter oder blauer, dürfte meiner Meinung nach vielleicht auf einer Bildung von Orceïn beruhen, das als eine braune amorphe Substanz beschrieben wird, die sich freilich in Alkalien und in Alkohol mit violetter Farbe löst. (Siehe WIESNER, Rohstoffe des Pflanzenreichs. 2. Aufl., I. Band, S. 661.) — Die blaue Farbe des Gewandes der Büste verhält sich nach RAEHLMANN wie Smalte.

Außerdem fand RAEHLMANN Körner und Schollen eines schön roten Farbstoffes, der wahrscheinlich Krapp ist. Da heute der Krapp in viel feinerer Verteilung angewendet wird als im Mittelalter, so spricht auch das für das Alter der Büste.

Das interessante Gutachten RAEHLMANNs findet sich in der oben mitgenannten Januar-Nummer 1910 der „Amtlichen Mitteilungen aus den Königlichen Museen" S. 114. Er schließt mit folgenden schönen Worten:

„Die in der beschriebenen Malerei zutage tretende Technik läßt erkennen, daß der Autor der Büste ein ebenso technisch geschulter Maler als guter Bildhauer gewesen sein muß.

Wie die auf der Büste zur Anwendung gelangte Maltechnik, die Schichtung der Farbenanlagen, das für die Renaissancekunst charakteristische durchscheinende Medium usw., so sind auch einzelne der verwendeten Materialien in den letzten anderthalb Jahrhunderten in der Malkunst meines Wissens nicht mehr verwandt worden.

So legt die Malerei auf der Büste, auch unter der dicken Schmutzkruste, welche sie bedeckt, noch heute Zeugnis ab für die Kunst des alten Meisters, der sie geschaffen hat."

Sitzung vom 29. April 1910.

Vorsitzender: Herr J. URBAN.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen Herr
Gehrmann, Dr. **K.**, z. Z. in **Apia** (durch G. LINDAU und G. VOLKENS).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:
Wulff, Eugen, in **Wien**.
Dohrn, Dr. **Reinhard**, in **Neapel**.
Janzen, Nikolaus, in **Zürich**.
Hanselmann, E., in **Zürich**.
Hagen, Dr. **J.**, in **Trondhjem**.
Saito, Dr., in **Tokio**.
Nordstedt, Dr. **O.**, in **Lund**.

Mitteilungen.

3. T. Jamieson: Die Haare von Stellaria media und die Stickstoffaufnahme durch die Pflanze.

(Eingegangen am 6. April 1910.)

In den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft (Jahrgang 1909, Band XXVII, Heft 9) erschien ein sehr kurzer Beitrag über den obigen Gegenstand von L. KNY, worin versucht wird, mit Bezugnahme auf eine einzelne Pflanze, den durch Versuche an mehr als hundert Pflanzen erlangten Beweis zu verneinen. Natürlich sollte jede Pflanze den Beweis mehr oder weniger bestätigen, aber KNY hat sich nicht nur mit einer Pflanze begnügt, sondern er hat eine solche ausgewählt, von der ich in

meinem Bericht bewies, daß sie weniger überzeugend sei als Pflanzen im allgemeinen, weil die meisten ihrer Haare nicht die gewöhnliche Kolbenform haben (welche die Ansammlung von Albumen begünstigt), sondern lang und spitzzulaufend sind, eine Form, welche den beständigen Abfluß des Albumen begünstigt, gleichzeitig mit der Entwicklung desselben.

Meine Einwände gegen die KNYsche Arbeit sind kurz folgende:

1. KNY hat keinen Fehler in meinen ursprünglichen Untersuchungen nachgewiesen.

2. Er gibt an, daß meine diagrammatischen Illustrationen (die — wie ich in meinem Bericht deutlich erklärte — nur gegeben wurden, um die Hauptstrukturen und Funktionen zu illustrieren) nicht genau genug seien, ein Gesichtspunkt, den ich gar nicht beabsichtigte, aber er hat nicht gezeigt, inwiefern meine Illustrationen und Beschreibungen, selbst in dieser unbedeutenden Hinsicht, ungenau sind.

3. KNY ist der erste, der, soweit mir bekannt ist, an *Stellaria media* Kolbenhaare neben der gewöhnlichen spitzzulaufenden Form gefunden hat.

4. In diesen kolbenförmigen Haaren irgendeine bedeutende Menge Albumen zu finden, ist ihm nicht gelungen. Seinen Untersuchungen folgend, habe auch ich die kolbenförmigen Haare gefunden, und ich habe keine Schwierigkeit gehabt, bei Anwendung der drei wohlbekannten und allgemein anerkannten Versuche, Albumen nachzuweisen, und zwar im Vergleich mit allen sich darum befindlichen Teilen in ziemlich großen Mengen.

5. KNY scheint zuzugeben, daß sich in den Kolbenhaaren eine größere Menge Albumen befindet als in den umgebenden Teilen, aber er schreibt dieses dem stärkeren Plasmagehalt, oder dem größeren Breitendurchmesser der Endzellen zu. Das Plasma ist aber tatsächlich der innere Teil des Haares, welcher an der Herstellung des Albumen beteiligt ist, während der Kolben so winzig ist, oft nur ein wenig größer als der Stiel selbst, daß der Durchmesser ganz ohne Bedeutung ist.

6. Ich bin nicht der einzige, der Albumen in bedeutenden Mengen in den Kolbenhaaren von Pflanzen gefunden hat; die zwei ungarischen Botaniker ZEMPLEN und ROTH, die diesen Gegenstand kritisch studiert haben, und viele andere haben in jüngsten Zeiten denselben Erfolg gehabt. In früheren Zeiten war es von Botanikern im allgemeinen gefunden worden, besonders von SACHS und VAN TIEGHEM, die tatsächlich angaben, daß die große, aktive Menge Albumen in diesen Haaren sie veranlaßt

haben würde, diesen Haaren die direkte Aufnahme des Stickstoffs aus der Luft durch Pflanzen zuzuschreiben, wären sie nicht durch die Untersuchungen von BOUSSINGAULT und LAWES irre geleitet worden, Untersuchungen, die heutzutage als ganz unzureichend gelten müssen, da sie mit abnorm kleinen, kränklichen und unentwickelten Pflanzen vorgenommen waren.

14. F. Brand: Über die Stiel- und Trichtersporangien der Algengattung Trentepohlia.

(Eingegangen am 16. April 1910.)
(Mit Tafel IV.)

Nachdem seit meiner ersten Arbeit[1]) über *Trentepohlia* nunmehr ein Lustrum verflossen ist, möchte ich in folgendem einige Nachträge bringen. Diese beziehen sich zwar nur auf einheimische Arten, dürften aber trotzdem nicht ganz überflüssig sein. So ist z. B. noch keine deutliche Beschreibung der Sporangien von *Tr. Jolithus* vorhanden. Diese Alge, welche in unseren Kalkalpen fehlt, war mir — abgesehen von Exsikkaten — früher nur in sterilem Zustande bekannt, und ist mir erst auf einer neueren Reise mit Sporen in die Hand gekommen. Sodann habe ich *Tr. annulata* wiederholt aufgefunden und in frischem Zustande genauer untersucht. Die Beschäftigung mit diesen Funden hat schließlich neues Licht auf einige allgemeine Fragen geworfen.

Allgemeines über die Sporangien von *Trentepohlia*.

Je nachdem die Produkte solcher Organe direkt keimen oder kopulieren, kann man bekanntlich zwischen Zoosporangien und Gametangien unterscheiden. Für unsere Gattung steht aber nur so viel fest, daß die Schwärmer aller Sporangiumformen direkt keimen können. Bei jenen der sitzenden Sporangien ist nebstdem Kopulation[2]) beobachtet worden, was aber nach meinen an *Tr.*

1) Zur näheren Kenntnis der Algengattung *Trentepohlia*. Mart. Beih. z. Bot. Centralbl. 12. 1902. S. 200 u. f.

2) Hier ist übrigens Vorsicht zu empfehlen. WILLE (Über Schwärmzellen bei *Trentepohlia* in PRINGSHEIMS Jahrb. 1887) macht darauf aufmerksam, daß durch unvollständige Teilungen im Sporangium „Pseudozygoten" entstehen können.

aurea und *umbrina* gemachten Erfahrungen nur einen Ausnahmefall darstellen dürfte.

Daß an den Schwärmern der Stielsporangien bisher noch keine Kopulation festzustellen war, kann auch darauf beruhen, daß dieser Typus durchaus nicht so bereitwillig schwärmt, wie das sitzende Sporangium und daß somit hier die Gelegenheit zu Beobachtungen viel seltener gegeben ist. Von *Tr. Jolithus* habe ich überhaupt noch keinen freien Schwärmer gesehen. Eine neuere und jedenfalls bemerkenswerte Angabe von MEYER [1]) scheint noch einiger Aufklärung zu bedürfen.

Wenn wir also den festen Boden klarer Tatsachen nicht verlassen wollen, so können wir zurzeit die verschiedenen Typen der Sporangien von *Trentepohlia* nicht nach ihrem Inhalte charakterisieren.

Auch ein Versuch, zur Aufstellung von Typen die Form dieser Organe als solcher in den Vordergrund zu stellen, ist nicht geglückt, da sie alle mehr oder weniger kugelförmig bis oval sind und überdies die nicht selten vorkommenden, konstanten oder individuellen (mehr oder weniger geschnäbelten bis flaschenförmigen) Abweichungen von dieser Grundform gerade bei dem von KARSTEN als „Kugelsporangium" bezeichneten Typus am häufigsten auftreten.

Dagegen sind in der Entwicklungsgeschichte dieser Organe und insbesondere in der Beschaffenheit jener vegetativen Zelle, von welcher sie sich abgliedern, d. i. der sogenannten Subsporangial- oder einfacher: Tragzelle sehr charakteristische Differenzen zwischen drei verschiedenen Typen gegeben.

1. Gliedert sich das Sporangium nach Art einer gewöhnlichen Zelle von einer unveränderten vegetativen Tragzelle ab, so ent-

1) MEYER, K. (Zur Lebensgeschichte der *Trentepohlia umbrina* in Botan. Zeit. 1909, S. 25 u. f.), fand in seinem Materiale, welches er (S. 26) für „ein Hackensporangien tragendes Stadium" der *Tr. umbrina* hält und als *Tr. pseudouncinata* bezeichnet, sowohl sitzende als Stielsporangien. Die ersteren sollen zweiwimperige Gameten, letztere aber vierwimperige Zoosporen geliefert haben. Nun sind die Cilien aber bekanntlich erst dann zu erkennen, wenn durch Tötung der ausgetretenen Schwärmer die erforderliche genaue Einstellung ermöglicht ist. Die Reagentien wirken aber nicht so momentan, daß die Sporen nicht Zeit fänden, sich vorher im Medium zu zerstreuen; auch können selbst leblose Schwärmer durch Strömungen der Immersionsflüssigkeit dislociert werden. Es läßt sich also bei gleichzeitigem Vorhandensein von zweierlei Sporangien schwer sagen, von welchem Typus eine bestimmte Spore abstammt, und der genannte Autor klärt uns nicht darüber auf, wie er diese Schwierigkeit überwunden und sich überzeugt habe, daß aus dem einen Sporangium-Typus nur Gameten und aus dem anderen ausschließlich Zoosporen austreten.

steht das sitzende Sporangium (sporange sessile französischer Autoren, Kugelsporangium KARSTEN). Dieses kann sowohl terminal als lateral oder auch interkalar situiert sein, besitzt an seiner Scheidewand keine auffallenden Ringverdickungen und löst sich niemals vom lebenden Faden ab, sondern entleert seine Sporen in situ.

2. Entspringt das Sporangium nicht direkt von einer vegetativen Zelle, sondern gliedert es sich erst von der Spitze eines schlauchförmigen Auswuchses seiner etwas angeschwollenen Tragzelle ab, so ist das Stielsporangium (sporange pédicellé französischer Autoren, Hackensporangium GOBI-KARSTEN) gegeben. Dieser Typus findet sich nur an der Spitze oder an der Seite der Fäden, zeigt meist konzentrische Verdickungsringe („doppelte Tüpfelung", KARSTEN) im Septum und löst sich dann schon vor Austritt der Sporen spontan von seinem Stiele ab.

3. Bildet sich zuerst an der — immer zylindrischen — Tragzelle durch subapikale Einschnürung ein kurzer Membrantrichter, innerhalb dessen die Anlage des Sporangiums durch eine mit zwei übereinanderliegenden Ringverdickungen versehene Scheidewand abgeschnitten wird, so entwickelt sich ein Trichtersporangium. Dieses ist ausnahmslos spitzenständig und fällt immer vor Entleerung der Sporen von seiner Tragzelle ab.

Während ich bezüglich des von *Tr. umbrina* und *Tr. aurea* her wohlbekannten sitzenden Sporangiums auf die Literatur verweisen kann, ist über die zwei andern Typen einiges nachzutragen.

Das Stielsporangium.

Dieser Typus entsteht bei *Tr. Jolithus* in folgender Weise:

Irgendeine terminal oder auch seitlich am Faden sitzende vegetative Zelle schwillt etwas rundlich an und füllt sich mit dichterem Inhalte, so daß man sie für ein sitzendes Sporangium halten könnte (Fig. 6). Hiermit ist aber erst die Tragzelle gegeben, aus welcher dann seitlich vom Scheitel ein relativ dünner schlauchförmiger Fortsatz auswächst (Fig. 7 u. 8), dessen Spitze sich schließlich verdickt (Fig. 9). Diese Verdickung gliedert sich fernerhin durch eine in der Regel etwas schief gestellte Scheidewand ab und wird zum Sporangium, während der schlauchförmige Teil mit der Tragzelle dauernd in offener Verbindung bleibt und den „Stiel" darstellt (Fig. 10—13).

Der Stiel ist in der Regel mehr oder weniger gekrümmt und zwar ausnahmslos mit der Konkavität nach innen. Bemerkenswert

ist ferner, daß seine Membran an der konvexen Seite in der Regel merklich verdickt ist, und hier ebenso wie die Haut der Tragzelle mit Chlorzinkjod Cellulosereaktion zeigt, während diese Reaktion an der konkaven Seite ausbleibt (Fig. 5). Durch diese Differenzen scheint die Verbiegung veranlaßt zu werden.

Wenn in einem Präparate die Krümmung zufällig in der Sagittalebene liegt, scheint der Stiel gerade zu sein (Fig. 11). Nicht selten ist er aber tatsächlich nahezu gerade (Fig. 12), so daß die Hackenbildung nicht als ein wesentliches Kennzeichen des Stielsporangiums angesehen werden kann.

In anderen Fällen ist der Stiel außergewöhnlich dick (Fig. 1) und an älteren Exemplaren und insbesondere an Exsikkaten kann zugleich die Tragzelle so geschrumpft sein, daß sie mit dem Stiele zusammen ein unregelmäßig hackenförmiges Gebilde darstellt. Sodann kommen hier, wie bei *Trentepohlia* überhaupt, noch manche kleinere individuelle Variationen zur Beobachtung.

Es hat sich demnach gezeigt, daß der regelmäßige Entwicklungsgang der Sporangien von *Tr. Jolithus* den von GOBI für *Tr. uncinata* und von MEYER für *Tr. pseudouncinata* mitgeteilten Angaben entspricht und daß meine früher (l. c.) auf mangelhaftes Material begründete Vermutung nicht zutrifft. Immerhin deuten Gebilde wie die in unseren Fig. 2—5 nach Trockenmaterial dargestellten darauf hin, daß bei *Tr. Jolithus* ausnahmsweise Stiel und Sporangium sich schon innerhalb der verdickten Außenschicht entwickeln und sich erst nach deren Sprengung entfalten können, was ich für die gleichfalls nur als Exsikkat untersuchte südamerikanische *Tr. Negeri* als Regel angenommen hatte.

Bei *Tr. Jolithus* stehen die Tragzellen fast immer vereinzelt; nur in einem einzelnen Falle sah ich aus einer Fadenzelle gleichzeitig zwei Tragzellen entspringen.

Als weitere Eigentümlichkeit des Stielsporangiums wird angegeben, daß es durch Reißen zweier konzentrischer Ringe, d. i. Verdickungszonen seiner Scheidewand, zur Ablösung gebracht werde. Das tatsächliche Verhältnis ist aber folgendes: Diese Septa enthalten nebst einem äußeren Ringe nicht einen, sondern zwei innere Ringe, welche durch die Schließhaut horizontal getrennt sind (Fig. 14 u. 16). Nicht diese Ringe, sondern die Außenschicht der Membran reißt dann durch die Größenzunahme des Sporangiums in der Ebene des Septums (m.r in Fig. 11), wodurch die Ringe mehr oder weniger frei werden. Nach MEYER fehlen diese Ringe aber bei *Tr. pseudouncinata* und sind somit kein unentbehrliches Attribut des Stielsporangiums.

Stielsporangien habe ich an *Tr. Jolithus* als ausnahmslose Regel, an *Tr. aurea* (Fig. 21) nur als seltene Ausnahme gefunden, an *Tr. umbrina* aber niemals gesehen. An *Tr. aurea* fanden sich nicht gar selten auch etwas zweifelhafte abnorme Gebilde, wie z. B. die in Fig. 25 u. 26 abgebildeten.

Das Trichtersporangium.

Dieser Typus ist infolge meiner allzu knappen ersten Beschreibung (l. c. S. 213 mit Fig. 14—16) später in der zusammenfassenden Literatur als Abart des Stielsporangiums hingestellt worden. Folgende ausführlichere Schilderung seiner Entwicklungsgeschichte wird eine solche Annahme fernerhin ausschließen. Von Stielbildung ist hier keine Rede, sondern die Anlage des Sporangiums gliedert sich als kurzes Spitzenstück unmittelbar von der Tragzelle ab, deren Ende sich zugleich durch eine flache subapikale Einschnürung trichterförmig gestaltet. Die Teilwand ist schon von vornherein mit einer peripheren Ringverdickung versehen, welche jedoch bald von der Scheidewand durchschnitten wird, so daß dann zwei übereinanderliegende Ringe vorhanden sind (Fig. 18 u. 19). Wenn das heranwachsende Sporangium eine gewisse Größe erreicht hat, wird die Außenschicht der Membran rings um das Septum gesprengt (m r in Fig. 19), und ihr oberer Teil sitzt dann oft den schon nahezu reifen Sporangien noch als Haube auf (Fig. 20), geht aber beim Aufweichen von Exsikkaten leicht verloren. Nach der Sprengung treten die zwei mächtigen Ringe zutage und bleiben entweder beide am Sporangium haften (unsere Fig. 23 u. Fig. 16 meiner zit. Arbeit), oder der untere bleibt dauernd an der Tragzelle hängen, wie in Mitte der Fig. 20 zu sehen ist. Hier hatte der Faden früher mit einem Sporangium geendet und ist nach dessen Abfall ausgewachsen (wie in Fig. 16 l. c.), um das gegenwärtige Sporangium zu bilden. Die an der Basis derselben Figur bestehenden Membranverhältnisse zeigen, daß auch an dieser Stelle sich schon früher ein ähnlicher Vorgang abgespielt hatte.

Zum Stielsporangium steht unser Typus also in keiner Beziehung und könnte eher als eine Abart des sitzenden Sporangiums aufgefaßt werden, wenn die charakteristische Trichterbildung und die unsymetrische Teilung der Tragzelle, die zwei mächtigen, parallel übereinanderliegenden Ringe und die selbsttätige Ablösung des Sporangiums nicht dagegen sprächen. Das Trichtersporangium

erweist sich somit als ein durchaus eigenartiger Typus, wie bei Vergleichung der schematischen Fig. 16 u. 17 auf den ersten Blick zu sehen ist.

Nachtrag über *Tr. annulata* Brand.

Diese seltene, jedenfalls schwer aufzufindende Alge habe ich außer an der Kohlstatt-Alm später auch tiefer gegen Benediktbeuern zu und ferner an dem Fußwege von Bad Sulz nach Hohen-Peißenberg gefunden. In allen Fällen saßen ihre kleinen Bestände an schattigen Orten auf der horizontalen Schnittfläche von Nadelholzstöcken, welche durch Fäulnis erweicht und durchfeuchtet waren. In diese drangen ihre Sohlenfäden oft eine kurze Strecke weit ein, waren jedoch niemals rhizoidartig verdünnt.

Bemerkenswert dürfte der Umstand sein, daß diese Art unter allen Verhältnissen nur wenig Hämatochrom enthält (Fig. 21), ja daß jüngere Fäden bisweilen rein grün erscheinen, so daß der ganze Bestand makroskopisch keine rötliche, sondern eine bräunliche Farbe besitzt und mehr einem Moosprotonema, als einer Chroolepidee ähnlich sieht. Demnach befindet sich *Tr. annulata* unter gewöhnlichen Verhältnissen und an ihrem natürlichen Wohnorte in einem Zustande, welcher bei anderen Arten nur durch feuchte Kultur zu erzielen ist[1]).

Sodann möchte ich auf die Struktur der Austrittsöffnung für die Sporen von *Tr. annulata* aufmerksam machen (unsere Fig. 17 und 23 nebst Fig. 15 meiner zit. Arbeit). Während sich die Außenschicht schon frühzeitig öffnet, bleibt die Innenschicht länger intakt und schützt wohl die Sporen bis zum Eintritte genügenden Wasserzuflusses vor Austrocknung. Verzögert sich diese Eventualität, so können sich die Sporen schon im Innern des Sporangiums mit einer Haut bekleiden und zur Keimung anschicken (Fig. 23). Während die vegetativen Zellen von *Trentepohlia* den Wassermangel ziemlich lange ertragen können ist bei den nackten Sporen sicher das Gegenteil der Fall. Deshalb deute ich den Nutzen, welchen der vorzeitige Abfall der Sporangien bringen kann, in anderer Weise, als bisher angenommen wurde und denke, daß diese Organe nicht aviatisch veranlagt sind, sondern eher ein

1) Hierdurch steht sie in auffallendem Gegensatze zu *Tr. Jolithus*, welche Art oft so viel roten Farbstoff enthält, daß an den Fingern des Sammlers schwer tilgbare Flecke zurückbleiben. Letztere Alge lebt übrigens nicht auf „feuchten Steinen", wie schon angegeben worden ist, sondern immer auf undurchlässigem und an sich trockenem Urgestein und bezieht ihren Wasserbedarf nur aus der Atmosphäre.

Interesse daran haben, daß ihr empfindlicher Inhalt baldmöglichst auf dem permanent oder doch zeitweise feuchteren Untergrunde in Sicherheit gebracht wird.

Für die Angabe, daß die spontan abfallenden Sporangien gleich den Pollenkörnern der Windblütler bei trockenem Wetter durch Luftströmungen verbreitet würden, ist noch nicht der geringste Beweis geliefert, während nebst der Austrocknungsgefahr auch ihre spezifische Schwere dagegen spricht. Nebstdem sind die Wohnorte von *Tr. Jolithus* und *Tr. annulata* durchgängig so nieder gelegen, daß sie dem Angriffe des Windes weniger ausgesetzt, dafür aber den verschiedensten Tieren — sowohl fliegenden und kletternden, als auch laufenden — zugänglich sind, durch deren Extremitäten dann bei feuchtem Wetter die Sporangien und wohl auch die Schwärmsporen verschleppt werden können.

Die Membran von *Tr. annulata* ist außen nicht so „zottig", wie jene von *Tr. Jolithus* (Fig. 15), besitzt aber im übrigen eine ähnliche Struktur, wie sich durch kurze Einwirkung von 50proz. Chromsäure bei rechtzeitiger Unterbrechung des Prozesses zuweilen nachweisen läßt (Fig. 22). Jede Zelle sendet nach oben einen trichterförmigen Fortsatz aus, in welchen die nächstfolgende eingesenkt ist. Ähnlich verhält sich auch *Tr. aurea*, so daß die Membranstruktur von *Trentepohlia* trotz wesentlicher Differenzen doch eher an jene der Confervaceen erinnert, als an die der Chaetophoraceen.

Über die Schwärmer von *Tr. annulata* kann ich nicht berichten, da mir nur einige wenige Exemplare vorübergehend ins Gesichtsfeld gekommen sind.

Zur Kultur von *Trentepohlia*.

In dieser Beziehung verhielten sich die einzelnen Arten verschieden. Während es z. B. öfters gelang, mehrere Tage lang kultivierte *Tr. umbrina* durch Wasserzusatz zum Schwärmen zu bringen, ist mir das bei *Tr. annulata* und *Tr. aurea* nur ganz kurz nach der Einsammlung, bei *Tr. Jolithus* aber überhaupt noch nicht gelungen.

Sodann habe ich gleich früheren Autoren in feuchten Kulturen von *Tr. umbrina* auch dünne, langzellige und hämatochromarme Fäden erhalten, während bei *Tr. Jolithus* unter gleichen Verhältnissen vorwiegend Zerfall in abgerundete und noch nach 6 Monaten reichlich mit Hämatochrom angefüllte Zellen eintrat. Hier ist

jedoch zu bemerken, daß kleine Differenzen in den Kulturbedingungen eine so große Rolle zu spielen scheinen, daß ein je nach der Spezies charakteristisches Verhalten schwer festzustellen ist.

Im ganzen kann man sagen, daß *Trentepohlia* in der Hauskultur zwar sehr lange lebend erhalten werden kann, daß sie aber — insbesondere in feuchten und in Wasserkulturen — immer nach einiger Zeit so abnorm bis pathologisch verändert wird, daß schließlich die Art nicht mehr zu erkennen ist[1]). Unter diesen Umständen ist von Hauskulturen kein Nutzen für die Systematik unserer Gattung zu erhoffen, sondern eher noch weitere Verwirrung zu befürchten. Auch für morphologische Zwecke dürften Kulturprodukte nur mit Vorsicht zu beurteilen sein, und ich habe deshalb bei vorliegender Arbeit die Benutzung derartigen Materials durchaus vermieden.

Der Annahme von MEYER (l. c. S. 27), daß sich seine Art in langer Wasserkultur „ganz wohl" befunden habe, widersprechen die weiteren Angaben, daß sie darin keine Sporangien gebildet und ihr Wachstum „beinahe vollständig" eingestellt habe, sowie die aus der zugehörigen Abbildung (Fig. 6, Taf. II) ersichtliche abnorme Auftreibung ihrer Chlorophoren. Ein Versuch mit Schnellfärbung würde höchstwahrscheinlich gezeigt haben, daß auch das Plasma nicht mehr in normaler Verfassung war.

Erklärung der Tafel IV.

Fig. 1—16. *Trentepohlia Jolithus* (L.) Wallr. t = Tragzelle. sp = Sporangium. st = Stiel.

Fig. 1. Thallusstück mit einem seitlichen und einem endständigen Stielsporangium. Vergr. 150.

Fig. 2—5. Exsikkatbefunde, welche vermuten lassen, daß das Stielsporangium sich unter Umständen schon innerhalb der Tragzelle differenzieren und erst nachträglich entfalten könne. In Fig. 5 ist jene Stielseite, welche keine Zellulosenreaktion zeigt, durch Punktierung angedeutet. Vergr. 400.

Fig. 6—13. Normale Entwicklungsreihe des Stielsporangiums einschließlich individueller Verschiedenheiten. In Fig. 11 liegt die Stielkrümmung in der Sagittalebene, so daß sie nicht sichtbar ist, in Fig. 12 ist der Stiel aber tatsächlich nahezu gerade. Vergr. 400.

1) Ähnliches kann man auch im Freien beobachten. Im letzten Sommer dessen Regenstimmung der Verschleppung von Keimen sehr günstig war, habe ich häufig, unter Protococcaceen, Pleurococcaceen usw. zerstreut, kleine ganz undefinierbare *Trentepohlia*-Thallome gefunden, welche wohl an den betreffenden Orten die zur normalen Entwicklung erforderlichen Bedingungen nicht gefunden hatten.

Fig. 14. Ablösung eines Stielsporangiums. m r = Rißstelle der Membran. a r = äußerer Ring, i r = die zwei inneren Ringe, deren oberer noch am Sporangium haftet.

Fig. 15. Vegetative Zelle, welche durch Chromsäure aus dem Verbande gelöst ist. Oben ist die „zottige" Außenschicht sichtbar.

Fig. 16. Schematischer Durchschnitt eines Stielsporangiums von *Tr. Jolithus*. a r = äußerer Ring, i r = die zwei inneren Ringe.

Fig. 17—23. *Trentepohlia annulata* Brand. tr = Tragzelle, sp = Sporangium.

Fig. 17. Schematischer Durchschnitt eines Trichtersporangiums von *Tr. annulata*. o r = oberer Ring, u r = unterer Ring.

Fig. 18—20. Entwicklungsreihe des Trichtersporangiums. m r = Rißstelle der Membran. In der Mitte der Fig. 20 hängt seitlich der untere Ring eines abgefallenen Sporangiums an. Vergr. 150

Fig. 21. Zwei lebende vegetative Zellen. Die Hämatochromtropfen sind punktiert, die Chlorophoren nur durch Umrisse angedeutet.

Fig. 22. Zwei vegetative Zellen, deren Außenschicht durch Chromsäure zerstört ist.

Fig. 23. Ein samt den zwei Ringen abgefallenes Sporangium, welches durch die zurückgebliebenen Sporen rundlich aufgetrieben ist.

Fig. 24—26. *Trentepohlia aurea* (L.) Mart.

Fig. 24. Wohlentwickeltes Stielsporangium.

Fig. 25. Abnormität, an welcher der Stiel nacheinander zwei Sporangien entwickelte, deren eines sich in situ entleert hat.

Fig. 26. Scheint eine Tragzelle vorzustellen, welche statt des Stielsporangiums einen vegetativen Ast trägt.

15. W. W. Lepeschkin: Zur Kenntnis der Plasmamembran. I.

(Eingegangen am 19. April 1910.)

In den während der letzten zwei Jahre von mir veröffentlichten Aufsätzen ist über die Veränderungen der Permeabilität für gelöste Stoffe, welche die Plasmamembran unter der Einwirkung verschiedener Agentien erleidet, berichtet worden[1]). Die nächste Aufgabe, welche ich hierauf mir stellte, war: die Ursache dieser Permeabilitätsänderungen auf Grund unserer Kenntnisse der Physik und Chemie zu erhellen. Zur Lösung dieser Aufgabe schien es mir notwendig, vor allem die physikalisch-chemische Zusammen-

1) Diese Berichte 1908, Aufsatz Nr. 85, Beihefte z. bot. Centralbl. 1909, Bd. XXIV, Abt. I, S. 308 und einige russische Arbeiten in Mem. d. l'Acad. d. St. Petersburg, 1907—09.

setzung der Plasmamembran, welche trotz längeren Studiums seitens der Physiologen bis jetzt noch nicht festgestellt worden ist, aufzuklären. Der vorliegende Aufsatz, dem voraussichtlich noch andere folgen werden, soll der erste Schritt in der erwähnten Richtung sein.

1. Über den Begriff „Plasmamembran".

Bekanntlich ist das lebende Protoplasma in bezug auf seine osmotischen Eigenschaften den sogenannten Niederschlagsmembranen ähnlich, indem es viel leichter Wasser als gewisse in Wasser gelöste Stoffe durchläßt, also selektiv permeabel erscheint. Der Meinung PFEFFERs nach, die zurzeit eine allgemeine Anerkennung erworben zu haben scheint, sollen nur diejenigen Plasmaschichten die erwähnten osmotischen Eigenschaften besitzen, welche in direkte Berührung mit Wasser (resp. wässerigen Lösungen) kommen. Diese Plasmaschichten sollen eine festere Konsistenz als die übrige Plasmamasse haben, aus sehr dicht gelagerten Bausteinen (Micellen) gebaut sein und von dem Körnerplasma bei der Berührung mit Wasser gebildet werden. Wenn ein solches Plasmahäutchen auf irgendeine Weise in das Plasmainnere gerät, soll es sofort wieder gelöst werden, so daß sein Baumaterial im Plasma verteilt wird [1].

In der Tat sprechen manche Gründe für die Behauptung, daß die äußere Grenzschicht des Protoplasten im Vergleich zu den übrigen Plasmateilen nicht nur morphologisch (Fehlen der Körnchen), sondern auch chemisch verschieden zusammengesetzt ist. Es sei hierfür die Beobachtung PFEFFERs erwähnt [2], daß die abgestorbene äußere Plasmaschicht einen sich in dem ebenfalls toten Innenplasma leicht verbreitenden Farbstoff nicht durchläßt. Weiter soll daran erinnert werden, daß die äußeren Plasmaschichten unter der Einwirkung verschiedener Agentien viel leichter als das übrige Plasma koagulieren und dabei ihre selektiv-osmotischen Eigenschaften einbüßen können. So sind zweifellos die bekannten Versuche von DE VRIES, der die inneren Plasmateile als „Vakuolenwände" ansieht [3], zu deuten. Aus eigener Erfahrung kann ich auch eine größere Unbeständigkeit der äußersten Plasmaschicht im Vergleich mit den übrigen Plasmateilen bestätigen. Drückt man z. B. das Deckgläschen, worunter sich ein *Spirogyra*-Faden in Wasser be-

1) PFEFFER, Osmotische Untersuchungen 1877, S. 189 u. a. — Zur Kenntnis der Plasmahaut und Vakuolen, S. 187, 229, 231, 251 u. a. — Pflanzenphysiologie 1897, I. Bd., S. 77—78 u. a.

2) PFEFFER, Pflanzenphysiologie 1897, I. Bd., S. 92.

3) DE VRIES, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XVI, 1885, S. 471 u. a.

findet, nicht zu stark, so beobachtet man nach einigen Minuten, daß die äußerste Plasmaschicht der Algenzellen abstirbt, wobei sie sich etwas von der Zellwand abhebt, während das übrige Protoplasma (inklusive Chlorophyllbänder) zu Ballen, welche noch eine bedeutende Zellsaftmenge enthalten, zerfällt.

Es wäre auch kein grober Fehler, anzunehmen, daß die äußerste Plasmaschicht auch bei lebenden Zellen, der Voraussetzung PFEFFERs entsprechend, eine kleinere Permeabilität für gelöste Stoffe hat, als das innere Plasma. So zeigten meine Versuche, daß sich das Volum des mit Zucker plasmolysierten Protoplasten (*Spirogyra*, Epidermis von *Tradescantia discolor*) nach dem Absterben der äußeren Plasmaschicht bedeutend vermindert, welcher Umstand auf eine Verminderung des osmotischen Drucks des Zellsafts und daher auch (bei beständiger Konzentration des Zellsafts) auf eine größere Permeabilität der lebendig gebliebenen inneren Plasmateile (die Vakuolenhaut einschließend), mit derjenigen der Hautschicht verglichen, hinweist. Andererseits kann die Unveränderlichkeit der Plasmapermeabilität bei der vorsichtig ausgeführten Plasmolyse[1]) nur durch die Annahme PFEFFERs[2]) erklärt werden, daß die Dicke der selektiv permeablen Plasmaschicht trotz der Volumverminderung des Protoplasten beständig bleibt, indem die überflüssigen Bestandteile dieser Schicht im Plasmainnern gelöst werden. Alle Tatsachen sprechen also dafür, daß verschiedene Plasmaschichten eine verschiedene Permeabilität für gelöste Stoffe besitzen. Trotzdem muß eingestanden werden, daß ein absolut zwingender Beweis dieser Hypothese bis jetzt noch nicht erbracht und wohl kaum überhaupt zu erbringen ist[3]).

Infolgedessen finde ich mich veranlaßt, im weiteren die ganze Plasmaschicht, welche sich zwischen der Zellwand und Vakuole befindet, als Plasmamembran zu bezeichnen und unter Permeabilität derselben nur einen mittleren Wert für die ganze Dicke und Oberfläche der Plasmamasse zu verstehen. Zugleich wäre aber stets zu berücksichtigen, daß schon die äußerste Plasmaschicht das Eindringen das Plasma nicht passierender Stoffe verhindert und daß die Ergebnisse der Untersuchungen über die osmotischen Eigenschaften u. dgl. dieser Schicht sich auch auf die Plasmamembran im allgemeinen beziehen können.

1) LEPESCHKIN, diese Berichte 1909, Aufs 17, S. 112.

2) PFEFFER, Osmotische Untersuchungen, S. 143.

3) PFEFFER, Pflanzenphysiologie, Bd. I, II. Aufl., S. 92. DE VRIES, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, Anmerkung S. 499.

2. Über den physikalischen Zustand der Plasmamembran.

Bekanntlich besitzt nur die lebende Plasmamembran, welche sich vorwiegend wie eine Flüssigkeit verhält, die selektiv permeablen Eigenschaften, während sie nach dem Erstarren, das gewöhnlich mit dem Tode eintritt, diese Eigenschaften in hohem Maße verliert. Nun scheint es mir sehr wichtig zu sein, den physikalischen Zustand der Plasmamembran und die Veränderungen desselben, die das Einbüßen der selektiven Permeabilität hervorrufen, vom Standpunkt der modernen physikalischen Chemie aus im nächstfolgenden zu betrachten und aufzuhellen[1]).

Die lebende Plasmamembran stellt offenbar eine Lösung dar, welche wahrscheinlich zum großen Teil kolloidal und zweifellos mehrphasig ist, und hat in ihren tieferen Schichten den Charakter einer Emulsion und vielleicht auch den einer Suspension. Da weiter das Plasma oder wenigstens seine an wässerige Lösungen grenzenden Schichten mit Wasser nicht mischbar sind, so kann das Dispersionsmittel (also der lösende Stoff) dieser zusammengesetzten Lösung, deren Phasen aus Wasser, Eiweißkörpern, Lipoiden usw. bestehen (wenigstens in oberflächlichen Plasmaschichten), nur ein Stoff sein, der unter normalen Bedingungen in Wasser keine kolloidale oder molekulare Lösung bilden kann, der aber Wasser (kolloidal oder molekular) in sich gelöst enthält. Bekanntlich gehören die in Wasser unlöslichen und trotzdem Wasser (kolloidal) lösenden Körper meistenteils zu den quellbaren Stoffen, welche stets die Eigenschaften mehr oder minder fester Körper besitzen, so z. B. Stärke, Nitrocellulose (Kollodiumhäutchen), Pergamentpapier usw. Doch ist die Plasmamembran von flüssiger oder wenigstens zähflüssiger Beschaffenheit[2]), und man würde kaum ein Recht haben, diese mit den aufgezählten Körpern zu vergleichen. Im Gegenteil läßt sich eine gute Analogie zwischen den Niederschlägen, welche in Lösungen von Polysacchariden, Eiweißkörpern, Seifen usw. unter Einwirkung von Salzen und Alkohol entstehen[3]) und der Plasmamembran ziehen. Die derart entstehenden Niederschläge verhalten sich einige Zeit nach ihrem Erscheinen wie typische Flüssigkeiten, indem sie sich nicht nur zu feinen kugligen Tröpfchen, sondern

1) W. Ostwald, Grundriß d. allg. Chemie 1909. Wo. Ostwald, Grundriß der Kolloidchemie 1909.

2) Als ein Kriterium zur Beurteilung, ob ein Körper flüssig oder fest ist, kann nur freie Oberflächenspannung dienen, welche bei flüssigen Körpern so groß sein muß, daß sie die innere Reibung bewältigt und sehr bald zu kugligen Oberflächen führt (M. s. Wo Ostwald, l. c. S. 97).

3) Wo. Ostwald, l. c. S. 110 ff. und die dort zitierte Literatur

zu Schichten oberhalb oder unterhalb der wässerigen Lösungen sammeln und dabei eine noch bedeutende Wassermenge enthalten können. Die flüssige Beschaffenheit ist aber hier temporär, indem die Tröpfchen über kurz oder lang ihre Homogenität verlieren und sich zu Gallerten oder festeren Aggregaten von Körnchen verwandeln. Solche Eigenschaften besitzen auch die sogenannten Niederschlagsmembranen (z. B. aus Ferrocyankupfer), welche eine Zeitlang nach ihrer Entstehung stets flüssig sind, um später (manchmal schon nach einigen Sekunden) zu erstarren[1]). Durch ihren temporär-flüssigen Zustand nähern sich die erwähnten Niederschläge ebenfalls der Plasmamembran, welche durch verschiedene Eingriffe sehr leicht zum Erstarren gebracht werden kann (z. B. durch Drücken der Zellen, wie oben beschrieben).

In Anbetracht des Gesagten würde ich mir die Plasmamembran als eine kolloidale (wahrscheinlich zugleich auch molekulare) Lösung verschiedener Stoffe, unter denen sich auch Wasser befindet, in einem flüssigen Stoffe denken, dessen Natur bis jetzt nicht bekannt ist; diese Lösung besitzt nur temporärflüssige Beschaffenheit, indem sie eine Neigung zum Erstarren hat. Eine schäumige Struktur der flüssigen Plasmamembran im Sinne BÜTSCHLIs würde ich dabei nicht annehmen können, weil diese Struktur, wie z. B. die Eigenschaften der Gallerten und Schäume zeigen, eine gewisse Starrheit des Systems verlangt[2]). Im Gegenteil, die schäumige Struktur der Plasmamembran ist in den Fällen, wo die letztere eine solche Starrheit besitzt, z. B. in den Oberflächenschichten bei Infusorien, Flagellaten und auch in den toten (fixierten) Objekten sehr wahrscheinlich.

Die Plasmamembran, welche den geschilderten physikalischen Zustand besitzt, wird offenbar nur insofern verschiedene Stoffe hindurchlassen, als die letzteren im Dispersionsmittel der Membran löslich sind. Wasser wird also durch eine solche Membran leicht durchgehen; was aber andere Stoffe anbetrifft, so wird die Möglichkeit der Endosmose in die Zelle von ihrer spezifischen Löslichkeit in der zusammenhängenden Phase der Plasmamembran (Dispersionsmittel) abhängen.

Durch verschiedene Eingriffe kann bekanntlich die sichtbare Homogenität der äußersten Plasmaschicht aufgehoben werden. Indem nach diesen Eingriffen auch die übrige Plasmamasse viel reicher an Körnchen wird, erstarrt die ganze Plasmamembran und

1) QUINKE, Ann. d. Physik, 1902, Bd. 7, S. 640 ff.
2) WO. OSTWALD, l. c. S. 350–352.

verliert zugleich ihre selektiv permeablen Eigenschaften. Der beschriebene Vorgang stellt offenbar eine Koagulationserscheinung dar, also eine Entmischung und Entwässerung der kolloidalen Plasmalösung. Wie bei einer jeden Koagulation werden dabei in der Plasmamembran disperse Phasen, unter denen sich auch das Wasser befindet, zusammenhängend, und es bilden sich also unter anderem mit Wasser gefüllte Kanäle, welche nun die Durchlässigkeit der erstarrten Plasmamembran für alle in Wasser löslichen Verbindungen bedingen.

Ein analoger Vorgang der Koagulation wird auch im Falle der Niederschlagsmembranen beobachtet, wo die Erstarrung die Entstehung mit Wasser gefüllter Kanäle hervorruft, ein Umstand, der die Forscher, die sich mit der direkten Bestimmung des osmotischen Drucks befaßten, zwang, bei ihren Versuchen die erhaltenen Niederschlagsmembranen stets in Berührung mit Membranogenlösungen zu halten[1]). Mit demselben Vorgang wird wohl auch die Erscheinung erklärt, daß nur durch equiproportionale Diffusionsströme der Membranbildner (in Gallerton) die unmeßbar dünnen Membranen gebildet werden können[2]).

Bekanntlich kann die Koagulation eines Kolloides entweder reversibel oder irreversibel sein, welcher Umstand theoretisch auch für die Plasmamembran vorausgesagt werden kann. Freilich ist eine reversible Koagulation der Plasmamembran bis jetzt noch nicht beobachtet, später werden wir aber einige Fälle kennen lernen, wo eine solche und zwar schwache Koagulation der Plasmastoffe stattfinden kann. Die Auflösung der koagulierten Plasmastoffe kann dabei entweder durch Entfernung der die Koagulation hervorrufenden Faktoren oder durch eine Bildung von Stoffen, welche die Wirkung dieser Faktoren hemmen, zustande gebracht werden. Es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, daß ein und derselbe Faktor verschieden starke koagulierende Wirkung ausüben wird, je nachdem er plötzlich oder allmählich in das kolloidale System der Plasmamembran eingeführt wird[3]).

Jedenfalls ist eine vollständige Koagulation der Plasmastoffe fast ausnahmsweise irreversibel; sie ist also zugleich auch die Denaturierung der letzteren und führt allgemein zum Absterben der Zellen. Die Ursache dieser Erscheinung ist wahrscheinlich in einer chemischen Veränderung der zur Koagulation gebrachten

1) PFEFFER, Osmotische Untersuchungen, S. 25—26.
2) PRINGSHEIM, Jahrbüch. f. wissensch. Botanik, 1895, Bd 28, S. 16.
3) WO. OSTWALD, l. c. S. 460—467.

Stoffe, wie es z. B. bei der Hitzekoagulation der Eiweißkörper stattfindet, zu suchen oder auf die suspensoide (lyophobe) Natur einiger der Plasmastoffe, die einmal niedergeschlagen nicht mehr in kolloide Lösung gebracht werden können, zurückzuführen[1]).

3. Über die Koagulation der Plasmamembran durch mechanische Eingriffe.

Wie oben erwähnt, kann die Koagulation der Plasmamembran durch verschiedene Agentien hervorgerufen werden. Besonders merkwürdig ist aber die Koagulation, welche durch mechanische Eingriffe zustande gebracht wird, weil in der allgemeinen Kolloidchemie eine solche Koagulation noch nicht bekannt ist. Wenn auch RAMSDEN Eiweißlösungen durch ein längeres Schütteln zur Koagulation zu bringen vermochte, so zeigten spätere Versuche desselben, daß die Koagulation in diesem Falle auf einer Adsorbtionserscheinung (also einer Oberflächenwirkung) beruht, wie es bei der Berührung von Eiweißlösungen mit Kohle, Tonerde usw. beobachtet wird[2]).

Drückt man z. B. einen *Spirogyra*-Faden, der sich unter dem Deckgläschen in Wasser befindet, vorsichtig auf, so daß die Zellen deformiert werden, und wiederholt man das Aufdrücken einige Male, so beobachtet man, wie schon oben erwähnt, daß die äußerste Plasmaschicht koaguliert und das innere Plasma (inklusive Chlorophyllbänder) in mehrere Ballen zerfällt. Einige Zellen können dabei zerplatzen, die Ballen können aus den Zellen herauskommen und im umgebenden Wasser herumschwimmen. Nach Verlauf von $^1/_2$ Stunde erstarren aber auch alle Plasmaballen, indem sie eine unregelmäßige Form und körnige Beschaffenheit annehmen. Drückt man einen *Spirogyra*-Faden so stark, daß alle Zellen zerplatzen, so wird das Plasma aus denselben zum großen Teile herausgepreßt und sofort zu vollständiger Koagulation gebracht werden.

Noch demonstrativer läßt sich die mechanische Koagulation an den plasmolysierten Zellen beobachten. Die oberflächliche Plasmaschicht, die gewöhnlich ganz homogen und infolge eines großen Brechungsindex glänzend ist, koaguliert nach einem leichten Drücken auf die Zellen, indem sie körnig und blaß wird; da zugleich auch eine Kontraktion dieser Schicht stattfindet, so wird gewöhnlich das innere noch flüssige Plasma durch die äußere

1) l. c. S. 101.

2) RAMSDEN, Proc. Royal Soc. London. 72, 156–64. Ref. in Chem. Ctlbl. 1903. II S. 1157. Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. 47, S. 336. WO. OSTWALD, l. c. S. 396–397.

Plasmaschicht herausgepreßt und sammelt sich zu kugligen Blasen außerhalb des plasmolysierten Protoplasten [1]). Ein stärkeres Drücken bewirkt sofortige Koagulation der ganzen Plasmamasse, indem der Protoplast eine unregelmäßige Form annimmt und zusammenschrumpft.

Die Möglichkeit einer durch mechanische Eingriffe hervorgerufenen Koagulation steht mit der oben gemachten Voraussetzung im Einklange, daß die Plasmamembran den Charakter eines temporär flüssigen Niederschlags besitzt, der das Bestreben hat, eine beständigere feste Form anzunehmen. Die Deformierung des Protoplasten erleichtert den Übergang in die feste Form, indem sie wahrscheinlich die zur Niederschlagsbildung nötigen kolloidalen Teilchen miteinander in Berührung bringt.

Es läßt sich vermuten, daß die Erhaltung der Plasmamembran in flüssiger Form nur unter normalen Bedingungen des Stoffwechsels möglich ist, weil eine lange (3—4 Tage) dauernde Plasmolyse, die bekanntlich verschiedene physiologische Funktionen des Protoplasten, wie z. B. das Wachstum, die Kohlensäureassimilation herabsetzt, zur Erstarrung der Plasmamembran auch ohne einen mechanischen Eingriff führen kann [2]).

Es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, daß, wie meine Versuche zeigen, ein kleiner Zusatz von Alkalien zur plasmolysierenden Zuckerlösung die Koagulation der Plasmamembran durch Deformierung des Protoplasten erschwert und daß dagegen ein Zusatz von Säuren dieselbe begünstigt. In meinen Versuchen wurden *Spirogyra*-Fäden zuerst mit einer Zuckerlösung (10 pCt.) plasmolysiert und danach in die gleiche Zuckerlösung übergeführt, zu der aber entweder 0,2 pCt. Soda oder 0,1 pCt. Zitronensäure zugesetzt waren. Beim Zusatz von Soda konnte nur das Zerplatzen der Zellen und das Herauspressen des Zellinhalts zur Erstarrung des Plasmas führen, während beim Zusatz von Zitronensäure schon eine leichte Deformierung des Protoplasten eine sofortige vollständige Koagulation der ganzen Plasmamasse zur Folge hatte [3]). Es ist bemerkenswert, daß die angeführten Tatsachen auch mit der

1) Die Blasen wurden von DE VRIES als „Vacuolenhäute" bezeichnet (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, S. 539)

2) PFEFFER, Osmotische Untersuchungen, 1877, S. 134. DE VRIES, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, S. 532.

3) Manche Zellen besitzen ein alkalisch reagierendes Plasma (so z. B. die Epidermiszellen von *Tradescantia discolor*); der Zusatz der Säure zu der plasmolysierenden Lösung ist in diesem Falle notwendig, um die Erstarrung der Plasmamembran durch Drücken zu ermöglichen.

Erfahrung, die beim Studium der Denaturierung der Eiweißkörper, welche am Aufbau der Plasmamembran zweifellos beteiligt sind, gemacht worden ist, im Einklange stehen [1]).

4. Über die Hitzekoagulation der Plasmamembran.

Die Hitzekoagulation eines Kolloides bei einer bestimmten Temperatur wurde ausschließlich an Eiweißstoffen beobachtet und, wenn eine solche auch beim Protoplasma stattfindet, so kann dies als Beweis dienen, daß das letztere Eiweißkörper in großer Quantität enthält.

Betrachtet man eine mit Zucker plasmolysierte Zelle, welche allmählich bis zu ihrem Absterben erhitzt wird, so konstatiert man vor allem, daß die Koagulation der Plasmamembran beim Erwärmen auf eine bestimmte Temperatur, gleichzeitig in allen Plasmaschichten erfolgt. Der einmal begonnene Vorgang der Koagulation geht dann in wenigen Sekunden zu Ende, wobei die Permeabilität der Plasmamembran fortwährend zunimmt; der noch in der Hauptmasse flüssige Plasmaschlauch (kuglige Oberfläche) nimmt rasch an Volum ab und erhält erst in den letzten Sekunden des Vorgangs unregelmäßige Umrisse, um alsdann zu einem körnigen Klumpen zusammenzuschrumpfen [2]).

Die angeführte Tatsache weist zweifellos darauf hin, daß die äußerste Schicht der Plasmamembran eine ungefähr gleiche Quantität der Eiweißkörper wie die inneren Schichten enthält [3]).

Weiter lenkt die Tatsache die Aufmerksamkeit auf sich, daß die Chloroplasten, welche im Innern der Plasmamembran eingeschlossen sind, gewöhnlich bei einer niedrigeren Temperatur als die letztere koagulieren [4]). Besonders schön läßt sich dieses Ver-

1) Ostwald Wo., l. c., S. 505—506, 459. M. vergleiche dazu auch Klemm, Jahrb. f. wiss. Bot., 1895, Bd. 28, S. 658 u. 669.

2) Man sehe auch meinen Aufs. Nr. 24 in diesen Berichten 1908, S. 212. Zur Bestimmung der Koagulationstemperatur wurden die betreffenden Objekte in ein kleines flaches Gefäß gelegt, das aus zwei Deckgläschen hergestellt und mit Wasser oder der zu untersuchenden Lösung gefüllt war. Das Ganze wurde in ein gläsernes Wasserbad (aus Objektträgern) gebracht. Das Wasser im Bade wurde beständig gerührt, so daß die Temperatur desselben derjenigen im Gefäße mit dem Objekte gleich war. Die Veränderungen in den Zellen wurden mittels eines horizontalen Mikroskops beobachtet (Vergröß. 100—360 mal).

3) Bei geringeren Konzentrationen ist die Koagulationstemperatur der Eiweißkörper höher (Wo. Ostwald, l. c. S. 505—506).

4) Es gibt manche Gründe, zu behaupten, daß auch die Chloroplasten eine flüssige Form besitzen und daß die Chlorophyllbänder von *Spirogyra* nur infolge einer zu kleinen Oberflächenspannung an der Grenze der übrigen Plasmamasse keine kuglige Oberfläche anzunehmen suchen. Legt man aber

halten an den mit Zucker plasmolysierten Protoplasten von *Spirogyra* demonstrieren. Die Koagulation der Chlorophyllbänder äußert sich dabei an dem Auftreten von Körnchen und unregelmäßigen Umrissen der Bänder, welche schnurförmig werden und keine Pyrenoide mehr aufweisen, während die Plasmamembran unverändert bleibt und erst bei einer höheren Temperatur zum Erstarren und Zusammenschrumpfen gebracht wird. In der folgenden Tabelle sind die Koagulationstemperaturen der Chloroplasten und der Plasmamembran, die an verschiedenen Fäden einer *Spirogyra*-Art erhalten worden sind, zusammengestellt.

Fäden Nr.	Koagulationstemperatur d. Chlorophyllbänder	Koagulationstemperatur d. Plasmamembran	Fäden Nr.	Koagulationstemperatur d Chlorophyllbänder	Koagulationstemperatur d. Plasmamembran
1	47,0° C	50,0° C	6	48,5° C	52,0° C
2	47,5° C	50,0° C	7	48,0° C	52,3° C
3	48,5° C	51,5° C	8	46,6° C	50,3° C
4	48,0° C	51,5° C	9	47,0° C	50,3° C
5	47,5° C	51,0° C	10	47,6° C	51,8° C

Die Koagulationstemperaturen der Plasmamembran wurden in meinen Versuchen ausschließlich an den plasmolysierten Zellen bestimmt, weil es nur in diesem Falle ein gutes Kennzeichen der eingetretenen Koagulation (die Volumänderung infolge der Permeabilitätsänderung) gibt. Die Koagulationstemperatur der Chloroplastarten kann dagegen an nicht plasmolysierten Zellen eben so scharf wie an den plasmolysierten bestimmt werden. Die Beobachtung zeigt dabei, daß diese Temperatur durch Plasmolyse nicht beeinflußt wird.

Besonders empfehlenswert zur Bestimmung der Koagulationstemperatur der Plasmamembran sind die mit gefärbtem Saft gefüllten Zellen, so z. B. die Zellen der Blattepidermis von *Tradescantia discolor*. Auch hier erkennt man den Koagulationsanfang an einer starken Verminderung des Protoplastenvolums infolge der Permeabilitätsvergrößerung der Plasmamembran, wenn die Plasmolyse mit Zucker ausgeführt wird, und an einer starken Vergrößerung dieses Volums, wenn die Zellen durch die Plasmamembran relativ leicht passierende Stoffe (z. B. Glyzerin, Kochsalz usw.) plasmolysiert waren. Das Zusammenschrumpfen des mit Zucker plasmolysierten Protoplasten, welches bei *Spirogyra* gegen

die Alge in eine schwache (z. B. 7 pCt.) Alkohollösung, so wird diese Spannung vergrößert und das Chlorophyllband in Tropfen verwandelt. Übrigens kann man sich auch die Koagulation der gallertartigen Gebilde so vorstellen.

Ende der Koagulation beobachtet wird, kann bei Anwendung der Epidermis von *Tradescantia discolor* auch fehlen, so daß die Plasmamembran nach dem Erstarren die kuglige Form behält. Die Volumverminderung des Protoplasten äußert sich zugleich in einer Verstärkung der Zellsaftfärbung, weil die Diffusion des allem Anschein nach kolloiden Pigments aus den Zellen erst gegen Ende der Koagulation und auch dann ziemlich langsam erfolgt.

Bekanntlich kann eine vollständige Hitzekoagulation der Eiweißkörper nur bei saurer Reaktion der Lösung stattfinden[1]). Dadurch wird wohl die Tatsache erklärt, daß der Zellsaft der Epidermis von *Tradescantia discolor* nur dann sofort nach der Koagulation der Plasmamembran entfärbt wird, wenn man zur plasmolysierenden Zuckerlösung 0,1 pCt. Zitronensäure zusetzt. Die Reaktion des Protoplasmas ist ja gewöhnlich alkalisch[2]) und es ist wohl begreiflich, weshalb die Hitzekoagulation in den *Tradescantia*-Zellen, wenn keine Säure zugesetzt wird, nicht vollständig ist und die Zellsaftentfärbung nur langsam erfolgt.

Die Koagulationstemperatur der Eiweißkörper ist bekanntlich bei der alkalischen Reaktion höher als bei der sauren. Mir schien es sehr wichtig, diese Tatsache auch an der Plasmamembran zu prüfen. Die Versuche wurden mit *Spirogyra* und Epidermiszellen von *Tradescantia discolor* angestellt. Die folgenden Tabellen enthalten die Resultate dieser Versuche. Die Koagulationstemperaturen wurden bei den Versuchen mit *Spirogyra* für die Chlorophyllbänder an den plasmolysierten sowie auch an den nicht plasmolisierten Zellen bestimmt.

Die Zahlen in der Tabelle bedeuten die Koagulationstemperaturen (in Graden Celsius), welche an verschiedenen Algen-Fäden oder Epidermisschnitten erhalten worden waren.

I. Nicht plasmolysierte *Spirogyra*-Fäden.

	Koagulationstemperaturen der Chlorophyllbänder in einzelnen Fäden	Mittel
Normal	47,0° 48,0° 48,5° 48,0° 47,0° 48,0° 47,2° 47,6° 46,8° 47,5°	47,6°
0,2 pCt. Na_2CO_3 zugesetzt	48,5° 49,0° 49,5° 50,0° 48,3° 48,8° 49,0° 48,0° 50,0°	49,0°
0,1 pCt. Zitronen-Säure zugesetzt	46,5° 46,5° 47,0° 45,0° 44,7° 46,2° 44,5° 45,2°	45,8°

1) Cohnheim, Chemie der Eiweißkörper. 1904. S. 131.
2) Pfeffer, Pflanzenphysiologie. Bd. I, II. Aufl., S. 490—491.

II. Mit 20proz. Zuckerlösung plasmolysierte *Spirogyra*-Fäden.

Normal	Chlorophyllb.	46,2°	47,5°	47,6°	48,0°	47,0°	47,5°	47,3°	
	Plasmamembr.	51,0°	52,5°	51,8°	52,3°	50,3°	52,0°	51,6°	
0,1 pCt. Na_2CO_3 zugesetzt	Chlorophyllb.	49,5°	49,2°	49,5°	48,5°	49,0°	48,8°	49,0°	Mittel
	Plasmamemb.	56,0°	55,5°	56,0°	54,0°	55,5°	55,8°	55,4°	
0,01 pCt. Zitron.-Säure zugesetzt	Chlorophyllb.	44,0°	44,5°	44,0°	44,8°	45,5°	45,8°	44,8°	
	Plasmamemb.	44,5°	46,0°	45,0°	46,5°	46,8°	47,5°	46,0°	

III. Mit 10proz. Zuckerlösung plasmolysierte Epidermiszellen von *Tradescantia discolor*.

Normal	69,5°	71,2°	72,0°	72,2°	71,0°	70,5°	69,8°	70,0°	70,7°	
0,1 pCt. Na_2CO_3 zugesetzt	71,5°	70,5°	70,0°	72,3°	71,0°	71,8°	71,5°	72,0°	71,0°	Mittel
0,1 pCt. Zitron.-Säure zugesetzt	62,0°	61,0°	59,5°	60,0°	60,5°	59,8°	61,0°	61,5°	60,6°	

Die angeführten Tabellen zeigen, daß die an den Eiweißlösungen erhaltenen Ergebnisse auch an der Plasmamembran ihre Bestätigung finden: die Koagulationstemperatur der letzteren ist bei der alkalischem Reaktion höher als bei der sauren. Zugleich ersieht man aus der Tabelle III, daß in Übereinstimmung mit der oben ausgesprochenen Voraussetzung die Plasmamembran der Epidermiszellen von *Tradescantia discolor* normal eine alkalische Eiweißlösung (wahrscheinlich eine alkalische Eiweißverbindung) enthält, weil der Zusatz von 0,1 pCt. Na_2CO_3 die Koagulationstemperatur fast unbeeinflußt läßt.

Bei der weiteren Untersuchung erwies sich, daß die Koagulationstemperatur der Plasmamembran von der Plasmolysestärke unabhängig ist, was darauf hinweist, daß die Plasmolyse von keiner Entwässerung der Eiweißkörper der Plasmamembran begleitet wird.

Aus dem Angeführten kann zunächst der Schluß gezogen werden, daß die Plasmamembran eine bedeutende Menge von Eiweißkörpern enthält und daß ihre selektiv permeablen Eigenschaften mit dem Gehalt von Eiweißkörpern oder lockeren Verbindungen derselben in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Wird in der Plasmamembran nach der Hitzekoagulation der Eiweißkörper, welche mit der Entwässerung der letzteren verbunden ist, die disperse Wasserphase zusammenhängend (Verlust der selektiv-

permeablen Eigenschaften), so zeigt dies, daß gerade die Eiweißkörper in der intakten Plasmamembran Wasser in Lösung festhalten und also einen wichtigen Anteil an dem Aufbau des Dispersionsmittels der Plasmamembran nehmen.

St. Petersburg, März 1910.

16. Elisabeth Werner: Der Bau des Panzers von Ceratium hirundinella

(Eingegangen am 22. April 1910.)
(Mit Doppeltafel V.)

Die eingehenden Peridineenstudien von STEIN(1), BÜTSCHLI(2) und LAUTERBORN(3) haben uns im allgemeinen mit dem Bau des Zellulosepanzers der Ceratien bekannt gemacht.

Eine genaue Orientierung über ihren komplizierten asymetrischen Bau an der Hand der bisherigen Abbildungen dürfte aber kaum gelingen. Auch die feinen Strukturverhältnisse der Platten sind noch nicht eingehend untersucht worden; weder die Anordnung der Poren noch das Aneinanderstoßen der Platten ist genau beschrieben worden.

Ich untersuchte eine Abart von *Ceratium hirundinella* aus dem Tiberiassee (Syrien) (am 28. März 1905 von W. MAGNUS gesammelt), die sich dadurch auszeichnet, daß das eine der beiden Seitenhörner meist ganz unterdrückt wird.

LAUTERBORN(1), der sich am eingehendsten mit dieser Alge beschäftigt hat, beschreibt anschaulich die

Gestalt von *Ceratium hirundinella*.

„Der im Umriß ungefähr rhombische Körper der Flagellate ist dorsiventral abgeplattet und läuft in mehrere hornartige Fortsätze aus, welche der Gattung *Ceratium* ihr charakteristisches Aussehen verleihen.

Vorn entspringt das ansehnliche, beim Schwimmen vorangehende Apicalhorn, ihm gegenüber am Hinterende das Antapicalhorn, welches gleich den links und rechts von ihm entspringenden ungleich großen Seitenhörnern hinten zugespitzt ist. Die Mitte

des Körpers umzieht eine Furche, die auf der ventralen Seite unterbrochen ist und eine im Leben sehr schwer sichtbare undulierende Geißel in sich birgt. Eine zweite Geißel entspringt links auf der ventralen Seite in einer ziemlich tiefen, hinten etwas verbreiterten Spalte (Geißelspalte), welche sich vorn bis zur Querfurche erstreckt.

Wie bei der Mehrzahl der Dinoflagellaten setzt sich auch bei *Ceratium hirundinella* der Zellulosepanzer aus einer Anzahl polygonal gefelderter Platten zusammen, welche eine für die Gattung charakteristische Anordnung zeigen. An der Bildung des vorderen Apicalhorns beteiligen sich hier drei Platten, die drei Apicalia (von STEIN Frontalia genannt) (Taf. V, Fig. 1 u. 1a, 1, 2, 3). Den vorderen Rand der Querfurche umsäumen ebenfalls drei Platten, welche BÜTSCHLI als Praeaequatorialia (STEIN als vordere Basalia bezeichnet (Fig. 1 u. 1a, 4, 5, 6). Ihnen gegenüber am Hinterrande der Querfurche liegen drei Postaequatorialia (die STEIN hintere Basalia nennt) (Fig. 1 u. 1a, 7, 8, 9), von denen die erste und dritte gewöhnlich hornartige Fortsätze aufweisen. Das hintere Horn besteht aus einer einzigen Platte, Antapicalplatte (Fig. 1 u. 1a, 10). Außerdem findet sich noch auf der Mitte der Ventralseite eine große im Umriß ungefähr rhombische dünne Platte, die sog. Mundplatte STEINs (Fig. 1a, 11), welche auf ihrer Oberfläche mit sehr zarten Areolen versehen ist. (Im ganzen 11 Platten.)

Diese Beschreibung stimmt bis auf folgende Punkte mit meinen Befunden überein.

1. Wie schon oben gesagt, wird bei der von mir untersuchten Art das eine über dem Antapicalhorn gelegene kleine Horn meist unterdrückt.

2. An der Bauchseite ist unser *Ceratium* deutlich nach innen eingebogen, wie aus den Seitenansichten deutlich hervorgeht (Fig. 3). Ihre Querschnittsform ähnelt demnach einer konvexkonkaven Linse (Fig. 4). Die in dieser Einbuchtung liegende große Mund- oder Schloßplatte OLTMANNSs (6) besteht wahrscheinlich aus drei ungleichen Teilen und zwar aus einem großen unteren, zwischen den beiden Hörnern gelegenen (Fig. 6, II), einem kleinen oberen zwischen den zwei äußeren Praeaequatorialen (4 u. 6) und zwei Apicalplatten (1 u. 3) gelegenen (Fig. 6, I) und einem ganz schmalen Teil (Fig. 6, III), der sich gegen die Geißelspalte senkt. In anderen Fällen scheint aber keine Trennung vorzuliegen, jedenfalls ist bei der Durchsichtigkeit der Platte, die die Rückenseite durchscheinen läßt, die Trennung an intakten Exemplaren kaum möglich zu sehen und bei einzelnen Stücken immerhin eine Zer-

trümmerung möglich. Jedoch habe ich stets dieselben Teilungen gefunden.

3. Die Bekleidung der Querfurche, das Gürtelband, wird gar nicht erwähnt. Es wird bei STEIN und SCHÜTT als aus einem Stück bestehend gezeichnet.

Doch erwähnt schon SCHÜTT (5), daß bei den Peridineen sich das Gürtelband der Regel nach in mehrere, seitlich mit Falzen übereinandergreifende Stücke gliedert.

Ich fand 5 Stücke und zwar ein mittleres, das zwischen der mittleren Praeaequatorialen (5) und der mittleren Postaequatorialen (8) liegt und zwar so, daß die Trennungslinien übereinstimmen mit den Trennungen der anstoßenden Platten. Daran stoßen rechts und links je ein Stück, das ungefähr bis an den Rand der Rückenseite reicht und als Fortsetzung je ein kurzes Stück auf der Bauchseite. Das eine, das über dem langen Hinterhorn liegt, stößt an die Geißelspalte, das andere, über dem kurzen Horn, legt sich flach an die dünne Bauchplatte an (Fig. 2 u. 2a).

Struktur der Platten.

Die einzelnen Platten zeigen eine ziemlich regelmäßige Struktur (Fig. 2 und 2a). Es erheben sich am Rand entlang und über die ganze Platte gleichmäßig verteilt Verdickungsleisten, die unregelmäßige sechseckige Felder umschließen. In der Mitte liegt oder ist an die Seite jedes Feldes verschoben ein rundes Loch wie BÜTSCHLI und SCHÜTT es im Gegensatz zu andern Autoren beschrieben haben. Auch ich konnte mit Sicherheit eine wirkliche Durchbrechung der Membran erkennen. Gegen Ende der Hörner werden die Leisten weniger und unregelmäßig, so daß zuletzt die Felder nicht mehr allseitig umgrenzt sind. Gerade dabei herrscht aber eine ziemliche Verschiedenheit der einzelnen Individuen. Es gibt welche, die bis an die Spitzen zwar langgezogene aber ganz begrenzte Felder zeigen. Immer aber reichen die ziemlich gleichmäßig verteilten offenen Poren bis an die Spitze der Hörner.

Die Bauchplatte ist erheblich dünner als die übrigen Platten. Da sie, wie wir sahen, innerhalb der Einbuchtung liegt, ist sie vor mechanischen Einflüssen viel mehr geschützt. So ist es auch erklärlich, daß sie oft gar keine Leisten zeigt, sondern nur Löcher, die aber um vieles größer sind, als die der übrigen Platten; nur manchmal zeigen sich dünne Erhebungen zwischen den Löchern.

Auch das Gürtelband ist verhältnismäßig dünn, der Rand ist

verdickt und etwas nach innen umgebogen. Am oberen und unteren Rand entlang zieht sich eine Reihe von Löchern, wie sie schon bei STEIN gezeichnet sind.

Das Zusammenstossen der Platten.

Es besteht augenscheinlich keine nähere Vorstellung über die Art, mit der die einzelnen Platten des Panzers aneinanderhaften. Meist wird dieser Punkt ganz übergangen, nur SCHÜTT schreibt, daß bei den Peridineen meistens die Platten mit Falzen übereinandergreifen. Es ist in der Tat ziemlich schwer, ein sicheres Urteil über diese Verhältnisse zu gewinnen. Erst nach vielen vergeblichen Versuchen gaben mir Mikrotomschnitte die richtige Auskunft. Nachdem die Art der Aneinanderhaftung einmal erkannt war, konnte sie auch an ganzen Exemplaren gesehen werden. Wenigstens bei *Ceratium hirundinella* kommt ein Übereinandergreifen mit Falzen niemals vor.

Ich fand, daß die Platten mit einer äußeren und inneren Verdickung, die wie ein Polster aussehen, aneinanderstoßen (Fig. 5, 2) und wohl mittels einer Kittsubstanz befestigt sind, wie SCHÜTT es für seine Falze angibt. In verdünnter Kalilauge gehen die Platten von selber auseinander.

Ebenso schließt sich das Gürtelband an die angrenzenden Platten, nur daß hier das dünne Gürtelband sich mit dem oberen Ende seiner Außenseite gegen den polsterförmigen Rand der Platte legt (Fig. 5, 1).

Bei der dünnen Bauchplatte ist die Verdickung des Randes nach außen kaum bemerkbar, so daß die äußere Verdickung der Nachbarzelle übersteht (Fig. 5, 3).

Ebenso haben die einzelnen Platten des Gürtelbandes an ihrem Zusammenstoß nur eine Verdickung nach innen.

Die beigegebenen Abbildungen der ganzen Peridineen sind im Umriß mit dem Zeichenapparat gezeichnet, ebenso die einzelnen Teile der Struktur und sind dann zusammengesetzt.

Berlin, April 1910.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

Literatur.

1. STEIN, Der Organismus der Infusionstiere usw. III Flagellaten. Leipzig 1878.
2. BÜTSCHLI, Protozoa, BRAUNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 1.
3. LAUTERBORN, Kern und Zellteilung bei *Ceratium hirundinella* (D. F. M. 1898. Diss. Heidelberg.

4. Schütt. Die Peridineen der Planktonexpedition. I. Teil: Ergebnisse der Planktonexpedition 4
5. Schütt, Zentrifugales Dickenwachstum der Membranen und extramembranöses Plasma. Pringsh. Jahrbuch 1899. Bd. 33.
6. Oltmanns, Morphologie und Biologie d. Algen. Bd. 1, 1904.

Erklärung der Tafel V.

Fig. 1 u. 1a. Übersicht über die Einteilung des Panzers in Platten.
Fig. 2 u. 2a. Zeichnung der *Ceratium hirundinella* mit Struktureinzelheiten. 1200×.
Fig. 3. *Ceratium hirundinella* von der Seite gesehen. 400×.
Fig. 4. Querschnitt etwas über dem Gürtelband. 1200×.
Fig. 5. Aneinanderheftung der Platten. ca. 3000×.
1. Gürtelband zwischen Nachbarplatten.
2. Zwei gewöhnliche Platten.
3. Dünne Bauchplatte und Nachbarplatte.
Fig. 6. Wahrscheinliche Teilung der Bauchplatte.

17. B. Němec: Der Geotropismus entstärkter Wurzeln.

(Eingegangen am 28. April 1910.)

Wenn es möglich wäre, die Stärkekörner aus den Statozyten zu entfernen, ohne die Pflanze zu schädigen, so ließe sich die Richtigkeit der Statolithenhypothese wohl prüfen. Bisher kennen wir jedoch keine Methode, die in dieser Beziehung einwandfrei wäre. Gegen das Abschneiden der stärkehaltigen Organteile, gegen die Methode des Eingipsens, gegen Anwendung von niedrigen oder hohen Temperaturen wurden immer Einsprüche erhoben, daß die stark geschädigten Organe Folgen der Schädigung und nicht des Entfernens der Statolithenstärke zeigen.

Ich habe schon vor sieben Jahren auf eine weitere Methode hingewiesen, durch welche es gelingt Stärke aus den Wurzeln zu entfernen, allerdings werden dabei ebenfalls die Wurzeln beschädigt, und Versuchsresultate, welche für die Statolithenhypothese sprechen, haben aus den oben erwähnten Gründen keine überzeugende Kraft. Es handelt sich um die Einwirkung von Zinksulfat auf die Wurzeln von *Pisum sativum*. Ich habe verschiedene Substanzen angewendet, um in den Wurzelhauben die Stärke zur Lösung zu bringen. Die Resultate wurden ganz kurz (Němec, 1902, S. 341) mit folgenden Worten angeführt: „Das gelingt z. B. teilweise, wenn man Wurzeln

von *Pisum sativum* (grünsamige Varietät) in einprozentiger Zinksulfatlösung wachsen läßt. In manchen Wurzeln sind da nach 24 Stunden die Stärkekörner in der Haube vollständig verschwunden, in anderen sind nur kleine und spärliche vorhanden. Die Wurzeln zeigen unregelmäßige Nutationen und reagieren nicht geotropisch. Dieselben Nutationen zeigen auch Keimwurzeln von *Vicia faba*, obzwar in ihren Hauben die Stärke fast in normaler Menge vorhanden ist. Offenbar lassen sich aus den Versuchen mit Erbsenwurzeln für unsere Frage keine Schlüsse ziehen, denn durch die Einwirkung der Zinksulfatlösung ist zwar die Stärke zum Verschwinden gebracht worden, aber die Wurzel wurde lädiert und befindet sich in einem stark abnormen Zustande."

Eine ganz andere Bedeutung hätten diese Versuche, wenn nach der Entstärkung die Wurzeln geotropisch reagieren würden. Es wäre dies ein wichtiger Beweis gegen die Statolithenhypothese.

Als FLURI (1908) seine Arbeit über den Einfluß der Aluminiumsalze auf das Protoplasma veröffentlichte, in welcher er angibt, daß verschiedene Aluminiumsalze an *Spirogyra*, *Elodea canadensis* und *Lemna trisulca* Entstärkung bzw. Stärkeabnahme bewirken, nahm ich mir vor, die Wirkung von Zinksulfat mit jener von Aluminiumchlorid und -sulfat zu vergleichen. Ich will hier die Resultate eines Versuches anführen.

Am 19. Oktober 1908 wurden 2—4 cm lange Keimwurzeln von *Pisum sativum*, *Vicia faba* und *Lupinus albus* etwa 1 cm tief in 0.5 proz. Lösungen von Aluminiumsulfat, Aluminiumchlorid und Zinksulfat eingetaucht und zwar einfach so, daß mit der betreffenden Lösung gefüllte Gläser mit Organtin überspannt wurden, durch welches die Wurzeln durchgesteckt wurden. Nach 23 Stunden (am 20. Oktober) wurden einige Wurzeln auf ihren Stärkegehalt geprüft, wobei allerdings nur die Hauben berücksichtigt wurden. In Aluminiumsulfat gehaltene Wurzeln von *Pisum sativum* besaßen sehr wenig Stärke nur in der Columella, die Körner waren sehr klein. Die Wurzeln waren turgeszent und von gesundem Aussehen. *Vicia faba* enthielt noch ziemlich viel Stärke, obzwar weniger als unter normalen Bedingungen. Die Wurzeln waren turgeszent, aber in der Streckungszone aschgrau gefärbt. *Lupinus albus* enthielt vielleicht die normale Stärkemenge, seine Wurzeln waren turgeszent. In Aluminiumchlorid waren dieselben Verhältnisse zu konstatieren *Lupinus albus* war jedoch in der Streckungszone schwach plasmolysiert.

In Zinksulfat wachsende Wurzeln von *Pisum* waren turgeszent, hier und da gekrümmt, sie enthielten nur ganz geringe

Spuren von Stärke in der Columella. *Vicia faba* ist in der Streckungszone schwach geschwärzt, enthält ebenso wie *Lupinus* noch deutliche Stärke.

Nach weiteren 24 Stunden (am 21. Oktober) sind die in Aluminiumsulfat wachsenden Wurzeln von *Pisum* turgeszent, von normaler Form, enthalten keine Spur von Stärke. Diejenigen von *Vicia faba* sind ebenfalls turgeszent, die Streckungszone ist schwarzgrau, in der Columella gibt es nur geringe Spuren von Stärke. Die Wurzeln von *Lupinus albus* sind an der Spitze verjüngt, die Columella enthält ebenfalls nur Spuren von Stärke.

In Aluminiumchlorid gewachsene Wurzeln von *Pisum sativum* sind turgeszent, enthalten keine Stärke. Die Wurzeln von *Vicia faba* sind ähnlich wie jene aus Aluminiumsulfat beschaffen, enthalten jedoch etwas mehr Stärke. *Lupinus albus* hat schwach plasmolysierte, wohl schon absterbende Wurzelspitzen.

Die in Zinksulfat gewachsenen Wurzeln sind meist abgestorben oder plasmolysiert, stärkefrei.

Die Stärke verschwand also in 0,5 pCt. Zinksulfat am schnellsten, aber die Wurzeln starben in dieser Lösung früher ab als in den zwei übrigen Lösungen. In Aluminiumsulfat verschwindet die Stärke früher als in Aluminiumchlorid, die erste Substanz wirkt auch weniger schädigend auf die Wurzeln als die zweite. Bei *Pisum sativum* verschwindet die Stärke früher und leichter als bei *Vicia faba* und *Lupinus albus*.

Nun erschien im vorigen Jahre eine Arbeit von PEKELHARING (1909), welche für die Statolithenlehre sehr wichtig zu sein schien. Die Verfasserin hat anstatt eines einfachen Aluminiumsalzes ein solches angewendet, wo das eine Ion durch ein anderes Metall an seiner giftigen Wirkung verhindert wird. Sie benutzte eine 0,025 proz. Lösung von Kalialaun (in Leitungswasser) und kultivierte darin Keimpflanzen von *Lepidium sativum*. Einige Wurzeln wuchsen gut und gerade in dieser Lösung, sie behielten auch ihre Stärke, andere weisen Verdickungen auf und verlieren ihre Stärke. Sie krümmen sich häufig traumatropisch. Aber einige finden sich unter denselben, die keine Stärke in der Haube besitzen und gerade sind. Werden nun solche geraden Wurzeln horizontal gelegt, so krümmen sich wenigstens einige deutlich geotropisch. Von diesen waren einige völlig frei von Stärke. Das würde also ohne weiteres besagen, daß der Schwerkraftreiz ohne Statolithenstärke perzipiert werden kann. WENT (1909) sagt, daß die Anhänger der Statolithentheorie vielleicht sagen werden, die Statolithenstärke beschleunige wenigstens die Perzeption des Schwerkraftreizes.

Dies könnte nur experimentell bewiesen werden, aber den Versuchen stellten sich einige bisher unüberwundene Schwierigkeiten entgegen.

Ich bekenne, daß ich in der Arbeit von C. J. PEKELHARING einen wichtigen Fortschritt in der Frage nach der Berechtigung der Statolithentheorie erblickte. Da hätte man endlich ein Objekt, wo die Statolithenstärke scheinbar für die Perzeption des Schwerereizes keine prinzipielle Bedeutung hat. Jedem Physiologen konnte ein solches Objekt willkommen sein.

Leider konnte ich PEKELHARINGs Resultate nicht bestätigen. Ich habe sowohl mit *Lepidium sativum* als auch mit *Pisum sativum* und *Lupinus albus* gearbeitet, aber in keinem einzigen Fall traf ich geotropisch krümmungsfähige Wurzeln, die keine Statolithenstärke besäßen. Die Versuche wurden verschiedenartig variiert, aber ohne Erfolg.

Ich werde kurz einige Versuche beschreiben. 2—3 cm lange Keimwurzeln von *Pisum sativum* wurden in 1 proz. Kalialaun (Prager Leitungswasser) eingetaucht. Nach 24 Stunden sind alle Wurzeln turgeszent, einige schwach traumatropisch gekrümmt, andere gerade. Nach weiteren 17 Stunden sind einige Wurzeln in der Streckungszone schlaff, andere turgeszent. In den Wurzelhauben läßt sich bei beiderlei Wurzeln keine Statolithenstärke nachweisen, nur die äußeren, sich schon ablösenden Haubenzellen können einige Stärkekörner aufweisen. Die turgeszenten und geraden Wurzeln wurden einerseits in der Kalialaunlösung selbst schräg, andererseits in Sägespänen horizontal gelegt. Nach 10 Stunden ist keine Reaktion zu bemerken. Nach weiteren 15 Stunden sind die in Sägespänen befindlichen Wurzeln alle geotropisch gekrümmt, von den Epikotylen sind einige schwach aufwärts gekrümmt, andere gerade. Diese letzteren enthielten in ihrer Stärkescheide Statolithenstärke, die ersteren keine oder nur Spuren von derselben. Die Wurzelhauben der gekrümmten Wurzeln enthalten deutliche Statolithenstärke. Jene Wurzeln, welche sich in Kalialaun befanden, sind meist plasmolysiert, die turgeszenten sind nicht gekrümmt und enthalten auch keine Statolithenstärke.

Ein analoger Versuch wurde so ausgeführt, daß die Wurzeln von *Pisum sativum* in 1 proz. Kalialaun (in dest. Wasser) 30 bis 40 Stunden lang wachsen gelassen wurden, worauf mit Hilfe eines Horizontalmikroskopes ihr Wachstum untersucht wurde. Sofort nach der Untersuchung, während welcher die Wurzeln ebenfalls in Kalialaun eintauchten und welche für gewöhnlich 30 Minuten für eine Wurzel dauerte, wurden die Wurzeln auf das Vorhandensein der Stärke geprüft.

Ich werde die Resultate nur summarisch anführen. Wurzeln, welche noch deutliche Zuwächse aufweisen, enthielten noch einen Teil der Statolithenstärke. Solche, welche ein ganz unbedeutendes oder kein Wachstum zeigen, sind stärkefrei. Mit der Einstellung des Wachstums geht da Hand in Hand das Schwinden der Statolithenstärke vor sich. Die Wurzeln werden jedenfalls durch die Kalialaunlösung stark beschädigt.

Nicht anders verhielten sich Keimwurzeln von *Lepidium sativum* in 1 proz. Kalialaun. Nach 48 Stunden besaßen Keimwurzeln (die Samen wurden auf 24 Stunden in Wasser gegeben, hierauf auf Gaze gelegt, mit welcher das die Kalialaunlösung enthaltende Gefäß überspannt war) noch reichliche Statolithenstärke. Schräg gestellt wiesen sie nach 4 Stunden meist eine starke, einige nur eine schwache geotropische Krümmung auf. Beiderlei Wurzeln enthielten reichliche Statolithenstärke. In einem anderen Versuch erreichten die Wurzeln in 0,1 proz. Kalialaun nach 6 Tagen die Länge von 3—4 cm, sie enthielten ebenso reichliche Statolithenstärke, wie normale, in Leitungswasser wachsende Wurzeln. Sie wuchsen noch 6 Tage in Kalialaun, ohne in ihrem Stärkegehalt irgendeine Veränderung aufzuweisen. Aber am 13. Tage erschienen an einigen Wurzeln traumatrope Krümmungen und Verdickungen, doch enthielten diese sowie die geraden Wurzeln noch immer Statolithenstärke. Schräggestellt wiesen sie nach 24 Stunden meist deutliche geotropische Krümmungen. Am 17. Tage erschienen einige Wurzelspitzen abgestorben. In denselben war natürlich keine Stärke mehr vorhanden. Schräggestellte Kulturen wiesen verschiedene Verhältnisse auf. Einige Wurzeln waren geotropisch gekrümmt, diese enthielten Statolithenstärke. Von den übrigen enthielten einige Stärke, andere nicht. Die letzteren zeigten meist verschiedene Grade eines Absterbens der Wurzelhaube.

In einem anderen ganz ähnlichen Versuche wurde eben zur kritischen Zeit die Wachstumsfähigkeit der Wurzeln mit Hilfe eines Horizontalmikroskopes untersucht. Es kam dasselbe heraus, was bei *Pisum* gefunden wurde. Alle Wurzeln, welche keine Stärke enthielten (wie sich durch nachträgliche Untersuchung erwiesen hat), zeigten gar kein Wachstum mehr, die meisten zeigten ein beginnendes Absterben.

Es hätte keinen Zweck, Versuche zu beschreiben, wo die Einwirkung von 0,25 oder 0,025 proz. Kalialaun untersucht wurde, denn die Resultate waren den eben angegebenen analog. Ich konnte in keinem einzigen Fall eine geotropisch gekrümmte Wurzel finden, die stärkefrei wäre. Daher glaube ich, daß C. J. PEKEL-

HARING irgendein Irrtum unterlaufen ist. Sie prüfte die Wurzeln auf ihren Stärkegehalt mit Jodchloralhydrat und da sagt ZIMMERMANN (1892, S. 221) richtig: „Übrigens ist hervorzuheben daß durch das Chloralhydrat auch die Stärke schließlich zersetzt wird und daß sehr geringe Stärkemengen, die natürlich zuerst angegriffen werden, leicht übersehen werden können, wenn man die Schnitte nicht sehr bald nach dem Zusatz des Chloralhydrats durchmustert." Möglicherweise läßt sich in dieser Weise der Irrtum von PEKELHARING erklären.

Wie man sieht, sprechen die Resultate unserer Versuche eher für als gegen die Statolithentheorie. Wenn dieselbe auch nicht für streng bewiesen gelten kann, so kann sie doch als wahrscheinlich richtig hingestellt werden. Jedenfalls spricht für dieselbe vielmehr, als für andere denkmögliche Theorien, wie sie z. B. von K. LINSBAUER oder von LOEB aufgestellt worden sind. Ich hoffe, daß ich Zeit finden werde, auf diese Theorien, sowie auf einige Angaben von TONDERO (1909) näher einzugehen. Einwände, in welchen gegen die Statolithentheorie z. B. vorgebracht wurde, daß doch anderwärts die Wurzeln in der Richtung der Feuchtigkeit, des Schattens, hier horizontal, dort senkrecht hinauf wachsen, ohne daß „in diesen Fällen die Zellwände von Körperchen gereizt werden", verdienen keine ernste Widerlegung. Man kann auch ruhig Äußerungen übergehen, wo man lesen kann, daß für den, der sich dazu bekennt, daß eine Lebensenergie existiert, welche infolge der Aufnahme von Impulsen von außen zweckentsprechend eingerichtete Organe hervorbringt, alle Theorien über die Reizbarkeit bestimmter Organe und Gewebe zum mindesten überflüssig sein werden.

Prag, Pflanzenphys. Inst. d. K. K. böhm. Universität.

Literatur.

FLURI, M., 1908, Der Einfluß von Aluminiumsalzen auf das Protoplasma. Flora, Bd 99.

NÉMEC, B., 1902, Die Perzeption des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Ber. d. d. bot. Ges 1902.

PEKELHARING, C. J., 1909, Onderzoekingen over de perceptie van den zwaartekrachtprikkel door planten. Utrecht

WENT, F. A. F. C., 1909, The inadmissibility of the statolith theory of geotropish etc. Kon. Akad. Amsterdam, 1909.

Sitzung vom 27. Mai 1910.

Vorsitzender: Herr J. URBAN.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Arthur, J. C., Professor of Botany in Purdue University, **Lafayette**, Indiana (durch A. ENGLER und P. MAGNUS).

Pietsch, Wilh., cand. phil., Assistent der pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Kgl. Gärtnerlehranstalt zu **Dahlem** (durch G. HÖSTERMANN und P. CLAUSSEN).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert

Herr **Docters van Leeuwen**, Dr. **W.**, in **Samarang** (Java) und

Frau **Tobler-Wolff**, Dr. **Gertrud**, in **Münster** i. W.

Mitteilungen.

18. B. Němec[1]): Über das Schicksal der syndiploiden Kerne und Zellen.

Ich habe vor einigen Jahren (1904) nachgewiesen, daß bei den Pflanzen auch in rein vegetativen Geweben in zwei- oder mehrkernigen Zellen die Kerne verschmelzen können. In den so entstandenen syndiploiden Kernen (STRASBURGER 1907) erscheinen dann bei der Mitose die Chromosomen in einer entsprechend höheren Anzahl. Das wurde z. B. in chloralisierten Wurzelspitzen

1) Vom Verf. auf der Generalversammlung in Münster den 14. Mai vorgetragen.

beobachtet, aber der Vorgang läßt sich auch im Endosperm (TISCHLER) sowie in Tapetenzellen der Staubblätter (WINKLER) feststellen.

Das weitere Schicksal der syndiploiden Zellen und Kerne ist der Gegenstand meiner weiteren zytologischen und experimentellen Untersuchungen geworden, über deren Resultate demnächst ein ausführlicher Bericht erscheinen wird. An Wurzelspitzen habe ich die Beobachtung gemacht, daß mit der Zeit alle syndiploiden Kerne und Zellen aus der meristematischen Zone verschwinden. Dies habe ich für einige Fälle durch eine Reduktion der Chromosomenzahl zu erklären versucht, die in ähnlicher Weise erfolgen sollte, wie die wirkliche Chromosomenreduktion beim Generationswechsel. Aber die Zahl der beobachteten Reduktionsfiguren oder überhaupt von Figuren, die sich als solche deuten ließen, war sehr gering, und STRASBURGER hat gar keine gefunden.

In der Tat kommen dieselben recht selten vor, was übrigens leicht zu begreifen ist. Es ist nämlich eine nur fakultative Erscheinung, welche noch am ehesten im Urmeristem selbst zu erwarten ist, und da gibt es überhaupt ziemlich spärliche Teilungen.

Ich habe zweierlei solche Reduktionsfiguren beobachtet. Einige zeichnen sich durch das Auftreten von Vierergruppen aus, an die Pole gelangen nicht einfache Chromosomen, sondern Doppelchromosomen. Sehr deutliche Figuren von dieser Art fand ich bei *Pisum* und *Allium*, und es ist ausgeschlossen, daß sie durch zweimalige Längsspaltung der Mutterchromosomen entstanden wären. Da diese Figuren sonst völlig den gewöhnlichen Reduktionsfiguren gleichen, so bringe ich dieselben mit einer Reduktion der Chromosomen in syndiploiden Kernen in Zusammenhang.

Die zweite Art habe ich als direkte Reduktion bezeichnet. Bei derselben erscheinen direkt, ohne Vierergruppen, in einer syndiploiden Zelle diploide Teilungen. Hier erscheint unvermittelt statt der didiploiden die normale diploide Chromosomenzahl. Es ist nicht unmöglich, daß dieselbe durch Chromosomenverschmelzungen herabgesetzt wird.

Ich habe jedoch, um weitere Beweise für die Möglichkeit einer Chromosomenreduktion der syndiploiden Kerne zu beweisen, noch Versuche angestellt, wo mehrmals chloralisierte und zahlreiche syndiploide Zellen enthaltende Keimwurzeln von *Vicia faba* weiter unter normalen Verhältnissen kultiviert wurden, bis sie Seitenwurzeln entwickelten. Dieselben entstehen bekanntlich ausschließlich aus dem Perikambium; wenn dieses an der Stelle, wo die Seitenwurzeln angelegt werden, eine syndiploide Zelle enthält, so wird sich zeigen, ob und wie lange ihre Nachkommen als solche

sich in der Seitenwurzel erhalten werden. Dabei ist auch ausgeschlossen, daß die syndiploiden Initialen durch diploide, vielleicht vor ihnen in einer Reihe liegende Zellen vertreten und abgelöst werden könnten.

Die jüngeren Seitenwurzeln enthielten immer zahlreiche syndiploide Zellreihen. Aber die längeren konnten ganz frei von ihnen erscheinen. Die syndiploiden Zellreihen endigen also in manchen Seitenwurzeln blind, sie werden durch diploide abgelöst. Das geschieht auf verschiedene Art.

Erstens ist es unzweifelhaft, daß syndiploide Zellreihen direkt durch diploide abgelöst werden können und für solche Fälle nehme ich an, daß eine Chromosomenreduktion stattgefunden hat.

Zweitens können die syndiploiden Initialen absterben, und sie werden durch ihre Nachbarzellen vertreten. Das ist immer mit einer Unterbrechung des normalen Verlaufes der Zellreihen verbunden und läßt sich von dem vorigen Fall unterscheiden.

Drittens werden peripher gelegene syndiploide Initialen aus dem Urmeristem dadurch ausgeschieden, daß sie aufhören als Initialen zu fungieren und sich nur als Teile der lateralen Haube differenzieren. Dies ist ein wahrer autoregulativer Vorgang, bei welchem das Dermatogen nach innen unter die syndiploiden Reihen verlegt wird, wodurch an der Oberfläche der Wurzeln Rinnen entstehen, die jedoch im weiteren Wachstum verschwinden, da sich die Initialen an den entsprechenden Flanken tangential teilen.

Diese drei Arten der Ausscheidung von syndiploiden Initialen können also dazu führen, daß die Seitenwurzel schließlich aus lauter diploiden Zellen besteht. Bevor dies geschieht, kommen in der Wurzel zahlreiche Unregelmäßigkeiten in der Gewebeanordnung vor, daher die Ausscheidung der syndiploiden Initalen als ein autoregulativer, nützlicher Vorgang aufzufassen ist.

19. Hans Winkler: Über das Wesen der Pfropfbastarde.

(Vorläufige Mitteilung.)

Gelegentlich der General-Versammlung der deutschen botanischen Gesellschaft zu Münster habe ich am 14. Mai 1910 über den status quo meiner Pfropfbastard-Untersuchungen vorgetragen und gebe im folgenden einen kurzen Bericht über den Vortrag. Dieser begann mit Erörterungen darüber, wie der Begriff des Bastardes zu definieren sei, und es wurde die Definition gegeben: Bastarde sind Organismen, deren beide Eltern verschiedenen Arten (Varietäten, Rassen) angehören. So definiert, lassen sich die Bastarde in die zwei Unterabteilungen der sexuellen und der Pfropfbastarde bringen und die Pfropfbastarde ihrerseits sich nach den theoretischen Möglichkeiten ihrer Entstehung in drei Klassen einteilen: 1. Verschmelzungs-Pfropfbastarde, die durch die Verschmelzung zweier artverschiedener somatischer Zellen entstanden sind, 2. Beeinflussungs-Pfropfbastarde, die durch die spezifische Beeinflussung des einen Pfropf-Komponenten durch den andern ohne Zellverschmelzung (durch chemische Stoffe, Plasmaübertritt usw.) entstanden sind, 3. Chimären, bei denen artreine Zellen von beiden Pfropf-Komponenten ohne Verschmelzung zum gemeinsamen Aufbau eines neuen Individuums zusammengetreten sind. Die Chimären können nun wieder sein: a) Sektorial-Chimären, bei denen die verschiedenartigen Zellen im Vegetationspunkt durch Längsflächen getrennt sind, b) Periklinal-Chimären, bei denen die periklinalen Schichten des Vegetationspunktes teils von der einen, teils von der andern Elterpflanze geliefert werden, und c) Hyperchimären, bei denen der Vegetationspunkt mosaikartig aus Zellen beider Elterarten zusammengesetzt ist.

Die Frage ist nun, in welche dieser Abteilungen die bis jetzt bekannten Pfropfbastarde einzureihen sind.

In meiner letzten Veröffentlichung[1]) war nachgewiesen worden, daß die Keimzellen der *Solanum*-Pfropfbastarde dieselbe Chromosomenzahl wie einer der beiden Eltern besitzen. Wegen der häufigen Rückschläge zu den Elterarten ließen

1) HANS WINKLER, Über die Nachkommenschaft der *Solanum*-Pfropfbastarde und die Chromosomenzahlen ihrer Keimzellen. Zeitschrift für Botanik, Bd. 2 1910, S. 1.

sich aber aus dieser Feststellung keine Rückschlüsse auf die Chromosomenzahl in den Kernen der somatischen Zellen der Pfropfbastarde und damit auf deren Entstehungsweise ziehen. Es ergab sich also die Notwendigkeit, die somatischen Zellen selbst zu untersuchen, und diese Untersuchung lieferte das Resultat: vier von den bisher beschriebenen *Solanum*-Pfropfbastarden, nämlich *Solanum tubingense*, *S. proteus*, *S. Koelreuterianum* und *S. Gaertnerianum* sind Periklinal-Chimären, *Solanum Darwinianum* dagegen (zum mindesten in der subepidermalen Schicht seines Scheitels) ist ein Verschmelzungs-Pfropfbastard. Und zwar ist bei *S. tubingense* das Dermatogen von der Tomate, das Innere vom Nachtschatten; bei *S. Koelreuterianum* ist es gerade umgekehrt; bei *S. proteus* sind die beiden äußeren Zellenlagen des Scheitels von der Tomate, das Innere vom Nachtschatten, und bei *S. Gaertnerianum* ist es wahrscheinlich gerade umgekehrt wie bei *S. proteus*. Nach der genauen anatomischen Untersuchung des *Cytisus Adami* von MACFARLANE[1]) ist auch dieser Pfropfbastard eine Periklinalchimäre, bei der das Dermatogen von *Cytisus purpureus*, das Innere von *Cytisus laburnum* stammt. — Bei *Solanum Darwinianum* tritt in den Keimzellen die reduzierte Chromosomenzahl 24 auf (die Elterarten haben 12 und 36), so daß also mindestens die subepidermale Schicht des Vegetationspunktes, aus der die Pollenzellen entstehen, aus Zellen mit der Chromosomenzahl 48 zusammengesetzt ist. Diese Chromosomenzahl erklärt sich aber am einfachsten durch die Annahme, daß bei der Entstehung des Pfropfbastardes eine Nachtschattenzelle (mit 72-chromosomigem Kern) und eine Tomatenzelle (mit 24-chromosomigem Kern) miteinander verschmolzen. Die so entstandene Zelle, aus der sich die subepidermale Schicht des *Darwinianum*-Scheitels bildete, besaß einen Kern mit 96 Chromosomen, der dann eine Reduktion auf 48 Chromosomen erfuhr.

Die Gründe, die für diese Auffassung der vier ersterwähnten *Solanum*-Pfropfbastarde und des *Cytisus Adami* (und wohl auch der *Crataegomespili*) als Periklinal-Chimären und des *Solanum Darwinianum* als Verschmelzungs-Pfropfbastardes sprechen, wurden im Vortrage ausführlich erörtert, aber auch nachdrücklich auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die vorerst für die Hypothese noch bestehen. Auch wurde kurz angedeutet, welche Aufschlüsse in entwicklungsgeschichtlicher, entwicklungsphysiologischer und verer-

1) J. MUIRHEAD MACFARLANE, A Comparison of the Minute Structure of Plant Hybrids with that of their Parents, and its Bearing on Biological Problems. Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh. Vol. 37. 1895. S. 203. — Man vgl. bes. die zusammenfassenden Bemerkungen auf S. 268 dieser Arbeit.

bungstheoretischer Hinsicht man von dem genauen Studium von Periklinal-Chimären, deren Komponenten verschiedenen Arten angehören, etwa erwarten kann. Über all das soll in der bevorstehenden ausführlicheren Veröffentlichung eingehend abgehandelt werden.

20. P. Boysen Jensen: Über die Leitung des phototropischen Reizes in Avenakeimpflanzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 6. Mai 1910.)

Um zu ermitteln, ob der phototropische Reiz im Avenakoleoptil in den Leitsträngen oder im parenchymatischen Grundgewebe fortgeleitet wird, durchschnitt Rothert[1]) mit einem scharfen Messer die beiden Leitbündel, die sich im Koleoptil befinden. Es zeigte sich nun, daß die Reizleitung dadurch nicht beeinträchtigt wurde. Wenn er die Spitze einseitig beleuchtete, trat eine positiv phototropische Krümmung im verdunkelten Basalteile ein. Rothert schließt aus seinen Versuchen (l. c. S. 66): Es ist hiermit bewiesen, daß der heliotropische Reiz sich im Parenchym des Grundgewebes fortpflanzt.

Sehr eingehend ist später die Sache von Fitting[2]) untersucht worden. Wie Rothert fand er auch, daß die Reizleitung durch einen queren Einschnitt nicht aufgehoben wird, wie auch dieser Einschnitt im Verhältnis zur Lichtrichtung orientiert sein mag, ob er sich auf der Vorder- oder Hinterseite oder an den Flanken des Avenakoleoptils befindet. Fitting schließt (l. c. S. 244): daß der polare Gegensatz, der in allen Teilen (Zellen) des Perceptionsorganes durch den Außenreiz induziert wird, sich auf lebenden Bahnen in die physiologisch radiär symmetrische, in seitlicher Richtung apolar gebaute Reaktionszone so ausbreitet, daß auch in ihr ebenso wie in den Zellen der Reizleitungsbahnen alle Teile in gleicher Weise „polarisiert" werden.

Einige Versuche, die ich schon vor dem Erscheinen der Fittingschen Arbeit im pflanzenphysiologischen Institut zu Kopen-

1) Rothert, Über Heliotropismus. Cohns Beitr. z. Biologie d. Pfl. 7. 1896.

2) Fitting, Die Leitung tropistischer Reize in parallelotropen Pflanzenteilen, Pringsheims Jahrb. 44. 1907.

hagen machte, zeigten ein abweichendes Ergebnis. Die Versuche wurden dann Anfang 1909 im pflanzenphysiologischen Institut zu Leipzig fortgesetzt.

Es zeigte sich nun, daß ich, wenn sich der Einschnitt auf der Vorderseite des Koleoptils (im Verhältnis zur Lichtrichtung) befand, eine sehr ausgesprochene Krümmung im verdunkelten Basalteile erhielt; wenn aber der Einschnitt sich auf der Hinterseite befand, erhielt ich keine. Die Versuche wurden in ziemlich trockener Zimmerluft angestellt.

Daß aber nicht die Trockenheit die Ursache des abweichenden Erfolges war, zeigte sich, als ich die Versuche unter Wasser anstellte. Das Resultat der Versuche war gänzlich dasselbe wie in Zimmerluft.

Ich ahmte nun die Versuchsbedingungen FITTINGs so genau wie möglich nach. Die Versuche wurden unter Glasstülpe in dampfgesättigter Luft angestellt, und zwar mit demselben Ergebnis wie in FITTINGs Versuchen.

Also: Wenn die Keimpflanzen sich in sehr feuchter Luft befinden, findet eine Reizleitung statt, wie auch der Einschnitt im Verhältnis zur Lichtrichtung orientiert ist, wenn aber die Versuche in trockener Luft oder unter Wasser angestellt werden, findet eine Reizleitung nur statt, wenn der Einschnitt sich auf der vorderen Seite des Koleoptils, dagegen nicht, wenn er sich auf der hinteren Seite befindet.

Die positiven Ergebnisse, die ich immer erhielt, wenn der Einschnitt nach vorne lag, überzeugten mich, daß weder die Perzeptions- noch die Reizleitungs- und Aktionsfähigkeit bei meinen Pflanzen aufgehoben war. Ich gewann daher durch meine Versuche den Eindruck, daß sich der Reiz nur auf der hinteren Seite des Koleoptils fortpflanzt, und daß er unter geeigneten Versuchsbedingungen über eine Wunde sich auszubreiten vermag.

Im Einklang hiermit steht auch, daß die Reizleitung, wie schon FITTING zeigte, durch Einschieben eines Glimmerplättchens in den Einschnitt gehemmt wird, aber nur, wenn der Einschnitt nach hinten liegt. Wenn dagegen die Glimmerplättchen durch einen dünnen Schnitt von *Calamus*, der sehr große Gefäße hat und den Durchtritt von Wasser und gelösten Stoffen gestattet, ersetzt wird, findet eine Reizleitung auch dann statt, wenn der Einschnitt auf der Hinterseite liegt.

Zur Gewißheit wurde aber meine Annahme erst, als es gelang, die Spitze des Koleoptils gänzlich abzuschneiden, wieder aufzusetzen und dennoch durch einseitige Beleuchtung der Spitze eine

positiv phototropische Krümmung im verdunkelten Basalteile hervorzurufen. Die Operation wird auf folgende Weise ausgeführt: Man durchschneidet das Koleoptil ca. 1 cm von der Spitze mit zwei Keilschnitten, ohne das Laubblatt, das sich innerhalb des Koleoptils befindet, zu verletzen. Dann nimmt man die Spitze des Koleoptils ab, entfernt die Spitze des Laubblattes bis auf ca. 2 mm oberhalb der Wunde, bringt einen kleinen Tropfen Gelatinelösung auf die Spitze des verkürzten Laubblattes und setzt die Spitze des Koleoptils in seine alte Stellung zurück. Durch einen Ring von Kakaobutter wird die Koleoptilpitze mit dem Basaltheile fest verbunden.

Es findet dann, wenn man die Spitze einseitig beleuchtet, eine ausgesprochene Reizleitung statt, und es tritt eine kräftige Krümmung im verdunkelten Basalteile ein.

Aus den Versuchen geht hervor, daß die Leitung des phototropischen Reizes nur auf der Hinterseite des Koleoptils stattfindet, und daß der Reiz sich über eine Wunde fortpflanzen kann.

Die Mehrzahl der Versuche sind, wie erwähnt, im pflanzenphysiologischen Institut zu Leipzig ausgeführt. Ich danke dem Direktor, Herrn Geheimerat Prof. Dr. PFEFFER, aufrichtig für das Wohlwollen, womit er mir die Hilfsmittel des Instituts zur Verfügung stellte, und für das Interesse, das er immer meiner Arbeit entgegenbrachte.

21. W. Palladin: Zur Physiologie der Lipoide.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 9. Mai 1910)

Die Bezeichnung „Lipoide" wurde von OVERTON[1]) eingeführt. Nach der Formulierung IVAR BANGs[2]) sind „die Zellbestandteile, welche durch Äther oder ähnliche Lösungsmittel extrahiert werden können, Lipoidstoffe". Durch derartige Lösungsmittel werden außer Fetten und Fettsäuren die verschiedenartigsten Stoffe extrahiert. Hierher gehören erstens Cholesterin und Phosphatide. Die neuesten Untersuchungen haben erwiesen, daß Phosphor nicht die

1) OVERTON, Studien über die Narkose. Jena, 1901.

2) IVAR BANG, ASHERS und SPIROS Ergebnisse der Physiologie. 6. Jahrgang, I. und II. Abt. 1907, S. 138.

einzige Lipoide enthaltende Mineralsubstanz ist. So zeigte GLIKIN[1]), daß die Hälfte des Eisens in Frauen- und Kuhmilch in Lipoidform vorhanden ist. In den Pflanzen sind auch Kohlenhydrate enthaltende Phosphatide sehr verbreitet[2]). Höchstwahrscheinlich kommen die Lipoide sowohl in Pflanzen als auch in Tieren hauptsächlich in Verbindung mit Eiweißstoffen vor. Die zahlreichen nunmehr vorhandenen Untersuchungen über Lipoide sprechen dafür, daß diesen Körpern eine hervorragende Bedeutung für das Leben der Zelle zukommt. Die Lipoide sind fast an allen physiologischen Vorgängen beteiligt. Nach den Versuchen von STEPP[3]) ist eine lipoidfreie Nahrung zur Erhaltung des Lebens ungeeignet. Er fütterte weiße Mäuse mit auf Milch gebackenem Weizenbrote, welches getrocknet und mit 95proz. Alkohol und Äther extrahiert worden war. Sämtliche Versuchstiere kamen nach einigen Tagen um. Die Kontrolltiere dagegen, welche dasselbe Brot mit Zugabe der extrahierten Stoffe erhielten, blieben am Leben. Alle ausgeführten Versuche zeigen uns, daß nicht nur die Eiweißstoffe in der Zelle einer besonderen Beachtung von seiten der Physiologen wert sind. „In jeder Zelle existiert aber eine andere Kategorie von Körpern, welche eben diese postulierte Labilität und Reaktionsfähigkeit besitzen, welche sich nur mit dem Tode verändern, welche unter sich aus sehr verschiedenartigen Substanzen bestehen und trotzdem intravital wahrscheinlich als biochemische Einheit vorkommen, welche intim mit den Eiweißkörpern verbunden sind, welche in vitro Eiweiß- und anderen Körpern neue Eigenschaften verleihen können, und welche endlich einige der wichtigsten biologischen Eigenschaften der lebendigen Zelle darstellen. Diese Körper sind die Lipoidstoffe[4])."

Es gab eine Periode in der Protoplasmaforschung, in der man das Protoplasma aus Eiweißkörpern bestehend ansah. Die von REINKE und RODEWALD[5]) ausgeführten Analysen der Plasmodien von *Aethalium septicum* zerstörten diese Ansicht. Im Protoplasma fand man Körper von der verschiedenartigsten chemischen Zusammensetzung. Ca. 50 pCt. der Substanz bestand aus Nicht-Eiweißverbindungen. Das Protoplasma erschien als eine durch bestimmte Struktur ausgezeichnete Mischung von verschiedenen

1) W. GLIKIN, Biochemische Zeitschrift, **21**, 348. 1909.

2) E. WINTERSTEIN und HIESTAND, Zeitschrift für physiol. Chemie. **54**, 500. 1909.

3) W. STEPP, Biochemische Zeitschrift, **22**, 452. 1909.

4) IVAR BANG, l. c., S. 135.

5) REINKE und RODEWALD, Studien über das Protoplasma. Berlin, 1881.

Verbindungen. Dieser Struktur wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Deshalb wurden die Bezeichnungen „Protoplasma" und „Kern" im morphologischen Sinne gebraucht. Die Untersuchungen der letzten Jahre sprechen immer mehr gegen die Ansicht, daß das Protoplasma ein Gemenge von verschiedenen Stoffen sei. In der lebenden Zelle scheinen die das Protoplasma zusammensetzenden Verbindungen ein Ganzes zu bilden, obgleich viele Teile dieses Ganzen sehr lose aneinander gebunden sind. Von diesem Standpunkt aus ist die Bezeichnung „Protoplasma" auch als eine chemische aufzufassen. Das Protoplasma ist ein sehr großes und sehr labiles Molekül. Nach dem Tode zerfällt das Protoplasma in einzelne selbständige Stoffe, welche öfters neue Verbindungen untereinander bilden. Gleichwie das Radiumatom in seine Bestandteile zerfällt, so zerfällt auch dieses große lebendige Atom in seine Elemente beim Abtöten des Protoplasmas. Dank ihrer Fähigkeit, sich mit den verschiedenartigsten Stoffen zu verbinden[1]), funktionieren die Lipoide sozusagen als ein Zement, welches im lebenden Protoplasma die verschiedensten Stoffe zu einem Ganzen verbindet. Als Beispiel soll folgendes dienen: Schon HOPPE-SEYLER[2]) vermutete, daß das Chlorophyll eine lezithinartige Substanz sei. Die Untersuchungen von STOKLASA[3]) zeigten, daß zwischen der Lezithin- und Chlorophyllmenge im Blatt ein inniger Zusammenhang besteht. Er behauptet deshalb, daß das Blattgrün eine Verbindung mit dem Lezithin vorstelle. Obgleich die genauen Untersuchungen von WILLSTÄTTER[4]) gezeigt haben, daß das reine Chlorophyll keine Lezithinverbindung ist und von allen Aschenelementen nur Magnesium und keinen Phosphor enthält, spricht dennoch dieser Umstand keineswegs gegen die Ansicht, daß das Chlorophyll in der lebenden Zelle an Lezithin gebunden sei. Das Chlorophyll ist keine einfache Beimengung zum Protoplasma des Chlorophyllkorns, sondern es bildet mit demselben ein einheitliches Ganze. Als Verbindungsglied (Zement) treten die Phosphatide auf.

1) „Seiner Formel nach müßte das Lezithin ein amphoterer Elektrolyt sein, d. h. gleichzeitig den Charakter einer Säure und Base haben. Dies scheint es ihm zu ermöglichen, sich mit seiner sauren oder basischen Gruppe an die entsprechenden Gruppen des Eiweißes anzulagern." F. RÖHMANN, Biochemie. 1908, S. 99.

2) F. HOPPE-SEYLER, Zeitschrift für physiol. Chemie. **3**, 340; **4**, 193; **5**, 75.

3) J. STOKLASA, Berichte chem. Ges **29**, 2761. 1896.

4) R. WILLSTÄTTER, Annalen d. Chemie. **358**, 267. 1908. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **58**, 438. 1908.

Die Atmung ist eine von den Hauptäußerungen des Zellenlebens. Meine Aufgabe war es, die Abhängigkeit der Pflanzenatmung von den Lipoiden klarzulegen. Die Versuche wurden von Herrn E. STANEWITSCH ausgeführt. Als Versuchsobjekte benutzte er trockene Weizenkeime[1]), welche durch ihre große Atmungsenergie ausgezeichnet sind. Zur Kontrolle wurde die Atmungsenergie von in Wasser angequollenen Keimen bestimmt. Die Versuchsobjekte wurden vorher mit verschiedenen Lösungsmitteln extrahiert: Alkohol, Äther, Anilin, Chloroform, Essigäthylester, Terpentin, Benzin, Olivenöl, Azeton, Benzol und Toluol. Von den bei Zimmertemperatur extrahierten Keimen wurden jedesmal Portionen zu je 3 g genommen und 30 Minuten lang in 50 ccm Wasser aufgequollen. Um die Keime beim Aufquellen nicht zu verlieren, legte man dieselben in dünner Schicht auf Stücke von starkem Filtrierpapier und tauchte letztere in breite Kristallisierschalen, in welche 50 cm des Wassers in dünner Schicht eingegossen waren. Darauf wurde das zusammengerollte Papier mit den Keimen in ein V-förmiges Rohr gelegt. Dieses Rohr wurde mit PETTENKOFERschen Röhren[2]) verbunden und die Atmung der Keime untersucht. Jeder Versuch unter gewöhnlichen Bedingungen wurde von einem Kontrollversuch mit Toluol begleitet: 5 ccm Toluol wurden in die Waschflaschen, durch welche von CO_2 befreite Luft strich, und 3 ccm Toluol in den unteren Teil der V-förmigen Röhren eingeführt. Ohne Toluolzugabe trat bald Bakterienentwicklung ein, in den Toluoldämpfen blieb sie dagegen aus.

Die Menge der von den Weizenkeimen unter dem Einfluß der verschiedenen Extraktoren ausgeschiedenen Kohlensäure war folgende:

Extraktor	Ohne Toluol in 3 Stunden		Mit Toluol in 9 Stunden	
Lebende	35,2	1	52,5	3
Toluol	28,3	2	33,6	7
Azeton	27,5	3	27,3	9
Benzol	26,8	4	40,1	5
Olivenöl	26,1	5	58,4	1
Terpentin	24,5	6	35,3	6
Anilin	21,0	7	44,6	4
Chloroform	19,3	8	27,3	8
Benzin	16,1	9	53,9	2
Äther	14,1	10	24,3	10
Äthylessigäther	8,8	11	—	—
Alkohol	1,6	12	0	11

1) Von MAGGI, Zürich, Stadtmühle.

2) W. PALLADIN und S. KOSTYTSCHEW, Methoden zur Bestimmung der

Wir sehen also, wie die verschiedenen Extraktoren auf die Atmung der abgetöteten Weizenkeime einwirken. Wovon hängt diese Wirkung ab? Um diese verwickelte Frage näher aufzuklären, wurden je 10 g Keime genommen und die Lipoide durch irgendein Lösungsmittel daraus extrahiert. Das Extrakt wurde bis zum vollständigen Verschwinden des Extraktorgeruchs verdunstet und gewogen; dann wurde darin das P_2O_5 nach NEUMANN[1]) bestimmt.

In folgender Tabelle ist die Menge der Lipoide, des P_2O_5 und vergleichshalber auch die während der ersten 3 Stunden stündlich ausgeschiedene CO_2-Menge angeführt.

	Azeton	Benzol	Chloroform	Äther	Alkohol
CO_2 in mg	9,17	8,94	6,43	4,73	0,53
Lipoide in g	0,698	0,964	1,11	1,412	1,628
P_2O_5 in g	0,0594	0,0783	0,092	0,095	0,184

Aus den angeführten Versuchen folgt:

1. Die Atmungsenergie der durch verschiedene Extraktionsmittel getöteten Weizenkeime steht in engem Zusammenhang mit den Eigenschaften des betreffenden Extraktionsmittels.

2. Im allgemeinen läßt sich behaupten, daß das betreffende Extraktionsmittel um so schädlicher auf die Kohlensäure-Ausscheidung der abgetöteten Pflanzen einwirkt, je mehr Phosphor es letzteren entzieht.

Welche Bedeutung haben nun die Lipoide für den Atmungsprozeß der Pflanzen? Zweifellos beruht die Hauptbedeutung der Lipoide auf ihrem Phosphorgehalt. Die interessanten Untersuchungen von HARDEN und YOUNG[2]) zeigten, daß die Phosphorsäure an der alkoholischen Gärung unmittelbar beteiligt ist. Allerdings bemerken wir keine vollkommene Proportionalität zwischen der Menge des extrahierten Phosphors und dem Sinken der Atmungsenergie. Das kann aber von verschiedenen Umständen abhängen. Erstens extrahieren die verschiedenen Lösungsmittel nicht nur quantitativ, sonder auch qualitativ verschiedene Lipoide. Zweitens üben die verschiedenen Extraktionsmittel auch eine verschiedene Wirkung

Atmung der Pflanzen. (ABDERHALDEN, Handbuch d. biochem. Arbeitsmethoden. III, 179—1910.)

1) NEUMANN, Zeitschrift für physiol. Chemie, Band 37, S. 115.

2) HARDEN und YOUNG, Centralblatt für Bakteriologie, II Abt., 26, 178—1910.

auf die physikalischen Eigenschaften des Protoplasmas aus. So koaguliert z. B. Alkohol die Eiweißkörper.

Wenn wir die Lipoide entfernen, so zerstören wir die normale Protoplasmastruktur. Wir entziehen dem Protoplasma das Zement, welches seine heterogenen Bestandteile zu einem Ganzen verbindet. So habe ich[1]) gezeigt, daß schon die mechanische Zerstörung der Plasmastruktur die Atmung der Pflanzen sehr schädlich beeinflußt.

Endlich beteiligen sich die Lipoide auch an den Oxydationsprozessen. Viele Forscher[2]) haben auf die Fähigkeit der Lipoide zur Sauerstoffabsorption hingewiesen. Ich habe gezeigt[3]), daß in den Pflanzen der Oxydationsprozeß unter Mitwirkung besonderer Atmungschromogene stattfindet, welche bei der Oxydation verschiedene Pigmente liefern. Wenn man berücksichtigt, daß Cholesterin und andere Lipoide leicht verschiedene farbige Reaktionen geben, so entsteht unwillkürlich die Frage, ob diese Körper nicht vielleicht in gewissen Beziehungen zu den erwähnten Atmungspigmenten stehen? Die ersten von mir in dieser Richtung unternommenen Vorversuche sprechen zugunsten einer solchen Vermutung. Auch nach FRÄNKEL und DIMITZ[4]) existieren in den Geweben Substanzen ungesättigter Art, die als Phosphatide erkannt wurden. Diese sind bei einem bestimmten Aufbau ihres Moleküls in der Lage, an ihrer doppelten Bindung molekularen Sauerstoff anzulagern. Ebenso wie die Oxydation läßt sich auch die Reduktion in den Geweben durch die Gegenwart und die Entwicklung dieser Substanzen erklären. Dieser Substanz gaben die Verfasser den Namen Intermediärkörper und nannten demzufolge ihre Anschauung über die Gewebeatmung die „Theorie der Gewebeatmung durch Intermediärkörper". In den Pflanzen sind Atmungschromogene solche Intermediärkörper.

St. Petersburg, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

---

1) W. PALLADIN, Zeitschrift für physiol. Chemie, **47**, 441, 1906.

2) W. KOCH, Zeitschrift für physiol. Chem., **27**, 181, 1902—1903. A. ERLANDSEN, ebenda, **51**, 96, 1907. W. HEUBNER, Arch. f. exper. Path. und Pharm., **59**, 420, 1908. H. VAGELER, Biochemische Zeitschrift, **17**, 217, 1909.

3) W. PALLADIN, Diese Berichte, **26a**, 125, 378, 389, **27**, 101, 1909.

4) S. FRÄNKEL und L. DIMITZ, Biochemisches Centralblatt, **9**, 860, 1910.

22. A. Schulz: Einige Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens.

I.

(Eingegangen am 12. Mai 1910.)

Die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens, vorzüglich Schwedens, ist neuerdings wieder von zwei schwedischen Forschern, G. ANDERSSON und R. SERNANDER, behandelt worden[1]). Ich habe mich schon früher eingehend mit diesen Fragen beschäftigt und bin hierbei zu Ansichten über jene Entwicklungsgeschichte gelangt, die wesentlich von den der genannten skandinavischen Forscher abweichen. Ich habe meine Ansichten schon mehrmals dargestellt[2]); ich will aber hier noch einmal auf diese Fragen kurz eingehen, da sowohl die Ansichten der skandinavischen Forscher als auch meine in den letzten Jahren in einigen Punkten Änderungen erfahren haben[3]).

1) G. ANDERSSON, The climate of Sweden in the late-quaternary period. Sveriges geol Undersökning, Årsbok 3 (1909) Nr. 1 (Ser. C Nr. 218); R. SERNANDER, Stipa pennata i Västergötland. En studie öfver den subboreala periodens inflytande pa den nordiska vegetationens utvecklingshistoria. Svensk Botanisk Tidskrift, utg. af Sv. Bot. Föreningen, Bd. 2 (1908) S. 19 u. f., 201 u. f., 390 u. f., sowie DERS., On the evidences of postglacial changes of climate furnished by the peat-mosses of Northern Europe. Geol. Föreningens i Stockholm Förhandlingar, Bd. 30 (1908) S. 165 u. f.

2) Vgl. meine Abhandlungen: Über die Entwicklungsgeschichte der gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke der Skand. Halbinsel u. d. benachbarten schwedischen u. norwegischen Inseln, Abhandlungen d. Naturf. Gesellschaft zu Halle, Bd. 22 (1900) S. 59—372. Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen ph. Flora u. Pflanzendecke Schwedens, Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. 22 (1904) S. 133 u. f., und Über die Entwicklungsgeschichte d. gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke Skandinaviens, ebend., Bd. 26a (1908) S. 38 u. f.

3) Die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phan. Flora u. Pflanzendecke Dänemarks hat E. WARMING 1904 in seiner Abhandlung über: Den danske Planteverdens Historie efter Istiden (Indbydelsesskrift til Kjøbenhavns Universitets Aarsfest til Erindring om Kirkens Reformation Nov. 1904) eingehend behandelt. WARMING ist durch seine einseitige Berücksichtigung der Ergebnisse der Untersuchung der geognostischen Bildungen Dänemarks und Skandinaviens zu Ansichten über den Verlauf der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Dänemarks und seiner Um-

ANDERSSON nimmt an[1]) — auf die Gründe für seine Annahmen werde ich später eingehen —, daß das Klima Skandinaviens im Ausgange der Ancyluszeit, d. h. der Zeit, wo die Ostsee ein Süßwassersee war[2]), bedeutend wärmer als gegenwärtig gewesen sei, daß damals die Mitteltemperatur der — die der Jetztzeit beträchtlich an Länge übertreffenden — Vegetationsperiode etwa 2,5° C höher als gegenwärtig gewesen sei, während die Wintertemperatur vermutlich der heutigen geglichen habe oder nur unbedeutend höher als sie gewesen sei. Er ist überzeugt, daß diese hohe Sommertemperatur — die höchste, die Skandinavien während der seit dem Höhepunkte der (letzten) Eiszeit verflossenen Zeit gehabt hätte — noch im Verlaufe der sich an den Höhepunkt der Ancyluszeit anschließenden Senkung Skandinaviens, in deren Verlaufe die Ostsee mit dem Ozean in Verbindung trat und sich mit Salzwasser füllte — der sog. Litorinasenkung —, während der das skandinavische Klima viel feuchter geworden sei, lange angehalten hätte, daß die Sommerwärme dann langsam abgenommen hätte, und daß sie sich bei Beginn der neuen, noch heute fortdauernden Hebung Skandinaviens — der sog. Litorinahebung — schon wesentlich[3]) vermindert gehabt hätte. Er gibt aber die Möglichkeit zu, daß die hohe Sommerwärme noch länger, noch während eines großen Teiles der Litorinahebung, bis zum Ende der Bronzezeit, angedauert hätte, und daß erst dann die Sommertemperatur Skandinaviens auf etwa das heutige Maß gesunken sei. Gegenwärtig greift nach seiner Meinung eine langsame sekuläre Verschlechterung des skandinavischen Klimas Platz.

Schon eine flüchtige Untersuchung der Zusammensetzung der gegenwärtigen indigenen Phanerogamenflora Skandinaviens sowie der Verbreitung ihrer Glieder läßt m. E. deutlich erkennen, daß diese Annahmen, die sich auf die Ergebnisse der Untersuchung der pleistocänen geognostischen Bildungen Skandinaviens und auf Schlüsse

gebung im allgemeinen und die Geschicke zahlreicher Arten der gegenwärtigen Phanerogamenflora dieses Gebietes nach ihrer Ansiedlung in ihm gelangt, die m. E. in sehr vielen Punkten ganz und gar nicht den Tatsachen entsprechen. Ich will auf diese Abhandlung, die übrigens manche interessante Einzelheit enthält, hier nicht näher eingehen.

1) Betreffs der Wandlungen, die seine Annahmen im Laufe der Zeit erfahren haben, vergleiche meine S. 126 Anm. 2 genannten Abhandlungen.

2) Vgl. betreffs der Geschichte der Ostsee den zweiten Abschnitt der vorliegenden Abhandlung.

3) ANDERSSON spricht sich hierüber nicht bestimmt aus. Vgl. auch seine Abhandlung: Hasseln i Sverige fordom och nu, Sveriges geol. Undersökning, Ser. Ca Nr. 3 (1902) S. 144.

aus den Lebensbedingungen der Pflanzen und Tiere, deren Reste in diesen Bildungen gefunden worden sind, gründen, den Tatsachen nicht entsprechen können, da sich durch sie weder die Zusammensetzung jener Flora noch die Verbreitung ihrer Glieder in Skandinavien erklären läßt. Und eine eingehende Untersuchung der Verbreitung, der Bedürfnisse und der Fähigkeiten der Arten der gegenwärtigen indigenen Phanerogamenflora Skandinaviens und der angrenzenden Länder, sowie der geognostischen Bildungen und der heutigen klimatischen, orographischen, hydrographischen, der pedologischen und der übrigen physisch-geographischen Verhältnisse des nördlicheren Europas muß zu der Erkenntnis führen, daß das Klima Skandinaviens im Ausgange der Ancyluszeit und während der Litorinasenkung einen ganz anderen Charakter gehabt hat und während der seit der Zeit des Maximums dieser Senkung verflossenen Zeit sehr bedeutende Wandlungen durchgemacht hat, deren genauer Verlauf sich allerdings der Natur der Sache nach nicht feststellen läßt.

Ich bin auf dem angegebenen Wege zu der Überzeugung gelangt[1]), daß während des Maximums der Litorinasenkung[2]), das offenbar zeitlich mit dem Höhepunkte meiner ersten kühlen Periode zusammenfällt, in Skandinavien — und ebenso im übrigen nördlicheren Europa — ein wesentlich kühleres Sommerklima und ein wärmeres und feuchteres Winterklima als gegenwärtig geherrscht haben, daß auf die erste kühle Periode eine Periode, wo in Skandinavien die Sommer und Winter wärmer waren als in der Gegenwart, darauf eine Periode, wo hier die Sommer trockener und heißer, die Winter trockener und kälter als in der Gegenwart waren, und endlich wieder eine Periode mit die der Gegenwart an Wärme übertreffenden Sommern und Wintern gefolgt sind, daß darauf noch zwei gleiche Gruppen von drei solchen Perioden gefolgt sind, daß zwischen die einzelnen von diesen drei Gruppen je eine Periode eingeschaltet ist, in der in Skandinavien das Sommerklima kühler und feuchter, das Winterklima wärmer und feuchter als

1) Betreffs meiner Ansichten über die Wandlungen des Klimas des nördlicheren Europas in der seit dem Höhepunkte der letzten Eiszeit verflossenen Zeit vgl. meine Abhandlung über „Das Klima Deutschlands während der seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands verflossenen Zeit", Zeitschrift d. Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 62 (1910) S. 99 u. f., in der diese kurz dargestellt sind.

2) Auf die dieser vorausgehenden Zeit werde ich im zweiten Abschnitte der vorliegenden Abhandlung eingehen.

gegenwärtig war, und daß sämtliche Perioden, je näher der Jetztzeit, die den Charakter einer trockenen Periode hat, desto weniger klimatisch von dieser abweichen und desto kürzer sind. Bestimmte Werte — wie dies ANDERSSON wünscht[1]) — lassen sich für die verschiedenen klimtischen Faktoren der einzelnen von diesen Perioden nicht angeben, und es werden sich solche auch nie angeben lassen.

Von den auf die erste kühle Periode folgenden Perioden haben die vier ersten, vorzüglich die zweite und die vierte Periode, die deutlichsten Spuren in der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens hinterlassen; weniger deutlich sind die Spuren der folgenden vier Perioden, und ganz undeutlich sind die der letzten vier Perioden. Das gleiche gilt von den übrigen Ländern des nördlicheren Europas. In den auf die erste kühle Periode folgenden trockenen Zeitabschnitten, vorzüglich in dem ersten von ihnen — der den trockensten Abschnitt der von mir als zweite heiße Periode bezeichneten Periode bildet — vergrößerten sich die skandinavischen Areale der Ansiedler des trockensten Abschnittes meiner ersten heißen Periode, in deren Ausgang der Beginn der Litorinasenkung fällt; in den durch kühlen Sommer ausgezeichneten Zeitabschnitten, vorzüglich in dem ersten von ihnen — meiner zweiten kühlen Periode — erfuhren sie wieder eine Verkleinerung, während sich gleichzeitig die Areale der Ansiedler meiner ersten kühlen Periode[2]) und mancher Ansiedler der letzten Eiszeit, die dann in den folgenden trockenen Zeitabschnitten wieder eine Verkleinerung erfuhren, vergrößerten; und in den trockenen und in den kühlen Zeitabschnitten verkleinerten sich die Areale der Ansiedler der warmen Abschnitte meiner ersten heißen Periode, die sich in den warmen Zeitabschnitten wieder vergrößerten.

Wie sich Skandinavien in der ersten heißen Periode über sein heutiges Niveau erhob[3]) und darauf in der ersten kühlen Periode unter dieses senkte, so hat es sich wahrscheinlich auch in den auf die erste kühle Periode, d. h. auf die Zeit des Maximums der Litorinasenkung, folgenden trockenen Zeitabschnitten über sein heutiges Niveau erhoben, in den kühlen unter dies — oder wenigstens unter das der vorausgehenden trockenen Zeitabschnitte — gesenkt, wenn auch sicher längst nicht in dem Maße wie in jenen

1) The climate of Sweden, a. a. O. S. 41.

2) Vielleicht haben sich in der zweiten kühlen Periode auch Arten mit gleicher klimatischer Anpassung wie diese in Skandinavien angesiedelt.

3) Vgl. hierzu den zweiten Abschnitt der vorliegenden Abhandlung.

Perioden[1]). Die skandinavischen Forscher leugnen allerdings eine solche Bewegung und nehmen an, daß Skandinavien seit dem Maximum der Litorinasenkung sich nur, wenn auch sehr ungleichmäßig, gehoben habe. Mir scheinen jedoch die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen, auch der von BRÖGGER[2]) am Kristianiafjorde, durchaus nicht meinen Annahmen zu widersprechen, für die der Umstand spricht, daß Skandinavien in der fünften Eiszeit und in der Zeit des Maximums der Litorinasenkung, die von den späteren kühlen Perioden klimatisch nur quantitativ abweichen, bedeutend tiefer als heute lag, während es in der ersten heißen Periode, die klimatisch nur quantitativ von den späteren heißen Perioden verschieden ist, bedeutend höher als gegenwärtig lag.

Auch SERNANDER nimmt an, daß das Klima Skandinaviens seit der Zeit des Maximums der Litorinasenkung bedeutende Wandlungen durchgemacht habe. Nach seiner Meinung folgten auf die insuläre[3]) Zeit des Maximums der Litorinasenkung, die er mit BLYTTs atlantischer Periode identifiziert, ein — von ihm mit BLYTTs subborealer Periode identifizierter — Zeitabschnitt, wo das skandinavische Klima sehr trocken und bedeutend wärmer als heute war[4]), hierauf ein von ihm mit BLYTTs subatlantischer Periode identifizierter Zeitabschnitt, wo es feuchter und kälter als während der subborealen Periode war[5]), und hierauf die Jetztzeit (nutiden), die zwar trockener und wärmer als die subatlantische Zeit, aber nicht so trocken und so warm wie die subboreale Periode ist[6]).

1) Die Annahme von auf die Zeit des Maximums der Litorinasenkung folgenden trockenen Perioden hat aber durchaus nicht, wie ANDERSSON — The climate of Sweden, a. a. O., S. 47—48 — behauptet, die Annahme einer von der gegenwärtigen abweichenden Verteilung von Land und Wasser in Skandinavien in der damaligen Zeit zur Voraussetzung.

2) Da es mir durchaus zweifelhaft erscheint, ob BRÖGGERS Anschauungen über die Bewegung der Gegend am Kristianiafjorde während der seit dem Maximum der Litorinasenkung verflossenen Zeit wirklich den Tatsachen entsprechen, so ist es m. E. zwecklos, zu untersuchen, in welcher Weise die klimatischen Perioden, in die er auf Grund der in den Muschelbänken am Kristianiafjorde — fossil — gefundenen Molluskenarten die Zeit der Litorinahebung einteilt, den von mir angenommenen Abschnitten dieser Zeit entsprechen.

3) SERNANDER, Stipa pennata i Västergötland, a. a. O., S. 208; vgl. auch desselben Verfassers On the evidences, a. a. O., S. 471: „Climate maritime and mild, probably with warm and long autumns".

4) SERNANDER, Stipa pennata i Västergötland, a. a. O., S. 206, 214.

5) SERNANDER, Stipa usw., S. 225 u. 407, vgl. auch S. 418, sowie dess. Verf. On the evidences usw., S. 471: „Climate humid and, especially at the beginning, cold".

6) SERNANDER, Stipa pennata usw., S. 409.

SERNANDER schließt[1]) auf diese Änderungen des skandinavischen Klimas aus dem Bau der schwedischen Moore, die meist ein von einer Torfschicht unterlagertes und von einer in den gegenwärtig gebildeten Torf übergehenden Torfschicht[2]) überlagertes Stubbenlager enthalten, in dem Reste von Eiche und Hasel auch in Gegenden vorkommen, wo diese Gewächse heute wenig verbreitet sind oder — die Hasel — gar nicht mehr vorkommen, aus dem Umstande, daß der Boden zahlreicher schwedischer Seen mit Baumstubben bedeckt ist, und endlich aus dem Baue einiger schwedischer Tuffablagerungen, die deutlich erkennen lassen, daß die Tuffbildung zwischen der Bildung des oberen und der des mächtigen unteren Tufflagers längere Zeit unterbrochen war. Ich halte es für recht wahrscheinlich, daß die Stubbenlager in den Mooren und auf den Seeböden sowie die Unterbrechung der Tuffbildung z. T. aus den drei auf die Zeit des Hochstandes des Litorinameeres folgenden trockenen Zeitabschnitten oder aus den zugehörigen warmen Zeitabschnitten stammen, stimme aber durchaus den Forschern[3]) bei, die die Ansicht vertreten, daß man aus den angeführten geognostischen Erscheinungen nicht auf einen Wechsel trockener und feuchter Perioden während der seit jener Zeit verflossenen Zeit schließen müsse. Es sind m. E. überhaupt bisher aus dem ganzen nördlicheren Europa noch keine geognostischen Tatsachen bekannt geworden, aus denen man auf das Vorhandensein solcher Wandlungen — und auch nicht der von mir angenommenen Wandlungen — des Klimas dieses Gebietes in dem bezeichneten Zeitraume schließen muß. Es sind zwar in Deutschland geognostische Bil-

---

1) Vgl. hierzu außer älteren Schriften SERNANDERS dessen neuere Abhandlungen: Bidrag till den västskandinaviska vegetationens historia i relation till nivåförändringarna, Geol. Föreningens i Stockholm Förhandlingar, Bd. 24 (1902) S. 125 u. f., 415 u. f.; Hornborgasjöns nivaförändringarna, ebendas., Bd. 30 (1908) S. 70 u. f.; Stipa pennata i Västergötland, a. a. O. S. 208—213. Sowie A. GAVELIN, Studier öfver de postglaciala niva- och klimatförändringarna på norra delen af det smalandska höglandet. Sveriges geol. Undersökning, Årsbok 1 (1907), Ref. in Geol. För. i Stockh. Förh., Bd. 29 (1907) S. 381—384; L. VON POST, Norrländska Torfmosstudier I., Geol. För. i Stockh. Förh., Bd 28 (1906); J. M. HULTH, Über einige Kalktuffe aus Westergötland. Bulletin of the geol. Institution of Upsala Bd. 4 (1898).

2) SERNANDER, On the evidences usw., a. a. O. S. 466.

3) Vgl. z. B. H. HESSELMAN, Om tvenne nybildade tjärnar i Älfdalens kronopark, Geol. För. i Stockholm Förhandl., Bd. 29 (1907) S. 23—37; HAGLUND, Om våra högmossars bildningssätt, ebend., Bd. 30 (1908) S. 294—316; und vor allem G. ANDERSSON, z. B. The climate of Sweden in the late-quaternary period a. a. O.

dungen[1]) vorhanden, deren Entstehung m. E. nicht anders erklärt werden kann als durch die Annahme, daß das Klima des nördlicheren Europas während der seit der letzten Eiszeit verflossenen Zeit mehrmals trockener und abwechselnd damit mehrmals feuchter als in der Gegenwart war; es läßt sich daraus aber nicht erkennen, ob dieser Wechsel trockener und feuchter Perioden in die Zeit vor oder in die nach dem Maximum der Litorinasenkung fällt. Dagegen führt die Untersuchung der Verbreitung, der Fähigkeiten und der Bedürfnisse der Arten der gegenwärtigen indigenen Phanerogamenflora des nördlicheren Europas in Verbindung mit der Untersuchung der geognostischen Bildungen sowie der heutigen klimatischen, orographischen, hydrographischen, der pedologischen und der übrigen physisch-geographischen Verhältnisse dieses Gebietes zu der Erkenntnis, daß das Klima des ganzen nördlicheren Europas — also auch Skandinaviens — auch nach dem Maximum der Litorinasenkung mehrfach bedeutende Änderungen erfahren haben muß. Ich bin auf diesem Wege bereits 1893 — in meinen „Grundzügen einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Mittel-

1) Es sind dies die sog. Grenztorfschichten der älteren norddeutschen Hochmoore, die nach der letzten Eiszeit entstandenen Terrassen des Ilmenautales und die aus diesem Zeitraume stammenden Lößablagerungen des nördlicheren Europas. Vgl. das über diese Bildungen im zweiten Abschnitte der vorliegenden Abhandlung Gesagte.

2) SERNANDER sagt (Stipa pennata usw. S. 414), daß KERNER, ENGLER und DRUDE zwei postglaziale trockene Perioden annähmen. Er verweist für KERNER auf dessen Pflanzenleben (2. Aufl., Bd. 2 S. 653, 1908). Hier finde ich aber eine solche Annahme nicht ausgesprochen. KERNER trägt hier noch seine alte Annahme einer einzigen pleistocänen Steppenzeit vor, auf deren Unhaltbarkeit ich schon in meinen „Grundzügen" hingewiesen habe. Auch SERNANDERs Behauptung über die Annahmen ENGLERs und DRUDEs ist falsch. Betreffs der Annahme ENGLERs verweise ich auf dessen Vortrag über die „Grundzüge der Entwicklung der Flora Europas seit der Tertiärzeit", auf der wissenschaftlichen Versammlung des Internationalen botanischen Kongresses in Wien (Bericht über die dritte Zusammenkunft d. freien Vereinigung d. syst. Botaniker und Pflanzengeographen in Wien am 14. u. 15. Juni 1905 (1905) S. 5 u. f.), in dem er nichts von zwei postglazialen trockenen Perioden sagt, vielmehr die Vorgänge, die in den postglazialen trockenen Perioden stattgefunden haben müssen, meist (vgl. vorzüglich a. a. O. S. 21—22) in Interglazialzeiten verlegt. Betreffs DRUDES Annahme verweise ich auf SCHULZ, Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellschaft, Bd. 24 (1906), S. 141. Wie SERNANDER zu seiner Behauptung gelangt ist, ist mir rätselhaft.

Die erste dieser trockenen Perioden hält SERNANDER für eine „subarktische Steppenzeit" und identifiziert sie (vgl. SERNANDER, Stipa pennata S. 414) mit der Zeit der Bildung der „Gelben Kulturschicht" der bekannten Schweizersbild genannten Ablagerung bei Schaffhausen. Die andere bezeichnet

europas seit dem Ausgange der Tertiärzeit" — zu der Ansicht gelangt, daß auf die damals von mir als vierte Eiszeit bezeichnete erste kühle Periode, deren Höhepunkt mit dem Maximum der Litorinasenkung zeitlich zusammenfällt, zunächst eine Periode, in der im nördlicheren Europa das Sommerklima trockener und heißer als gegenwärtig war, hierauf eine von mir damals als kühle Periode bezeichnete Periode, in der das Sommerklima feuchter und kühler als gegenwärtig war, und dann erst die Jetztzeit mit dem gegenwärtigen Klima[2]) gefolgt sind[3]).

Außer der trockenen subborealen Periode nimmt nun SERNANDER nach BLYTTs Vorgange[4]) noch eine zweite — postglaziale — trockene Periode[5]), BLYTTs boreale Periode, an, die vor die atlantische Periode fällt. Es ist nach seiner Meinung möglich[6]), daß *Stipa pennata* und eine Reihe anderer „xerothermer"[7]) Phanerogamenarten der indigenen schwedischen Flora schon in dieser Periode[8]) in Südschweden eingewandert seien. Er hält es aber für wahrscheinlich, daß sie, wenn dies wirklich der Fall war, in der

---

er als „den xerotermiska perioden par préférence", und identifiziert sie mit seiner subborealen Periode. Er findet keine Spur der mitteleuropäischen subarktischen Steppenzeit in Skandinavien und glaubt, daß diese Zeit in die Zeit des Abschmelzens des skandinavischen Landeises fiele. Daß die Zeit der Bildung der „Gelben Kulturschicht" der Schweizersbildablagerung keine „subarktische Steppenzeit" gewesen sein kann, daß überhaupt diese ganze Ablagerung keinen Wert für die Beurteilung des Klimas Mitteleuropas in der seit dem Höhepunkte der letzten Eiszeit verflossenen Zeit hat, darauf habe ich vielfach hingewiesen; vgl. z. B. SCHULZ, Die Wandlungen d. Klimas, d. Flora, d. Fauna u. d. Bevölkerung der Alpen und ihrer Umgebung vom Beginne der letzten Eiszeit bis zur jüngeren Steinzeit, Zeitschr. f. Naturw., Bd. 77 (1904) S. 41 u. f., sowie Ders., Entwicklungsgesch. d. gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke der Oberrheinischen Tiefebene und ihrer Umgebung (Stuttg. 1906) S. 78 u. f.

3) Im Jahre 1900 habe ich dann eine eingehende Vergleichung der deutschen und der skandinavischen Verhältnisse geliefert.

4) BLYTTs Annahme dieser wie seiner übrigen trockenen und seiner feuchten Perioden beruht auf falschen Beobachtungen und unrichtigen Schlüssen.

5) Ihr Klima war „dry and warm", vgl. SERNANDER, On the evidences usw. S. 471.

6) SERNANDER, Stipa pennata, a. a. O. S. 207. Er sagt: „Jag har ingen anledning att direkt frangå det . . . antagandet om att *Stipa* och en rad andra xerotermer sa pass tidigt som under den boreala perioden för första gangen invandrade till södra Sverige." Siehe auch a. a. O. S. 206—207.

7) Vgl. hierzu das im zweiten Abschnitt der vorliegenden Abhandlung über diesen Begriff Gesagte.

8) In der — letzten — Eiszeit hat *Stipa pennata* hier nach SERNANDERS Annahme, vgl. SERNANDER, Stipa pennata S. 205, nicht leben können.

atlantischen Periode wieder aus diesem Gebiete verschwunden, in der subborealen Periode dorthin zurückgekehrt und erst in dieser in ihm zur festen Ansiedlung gelangt seien[1]). Ich habe angenommen[2]), daß *Stipa pennata* — ebenso wie die Arten der skandinavischen Flora, die vor ihrer Ansiedlung in Skandinavien eine gleiche oder ähnliche Anpassung an das Klima wie *Stipa pennata* hatten — sich in Skandinavien schon im trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode[3]) angesiedelt hat, daß sie wie diese in der ersten kühlen Periode fast das ganze, vielleicht sehr ausgedehnte skandinavische Areal eingebüßt und sich wahrscheinlich nur an einer Stelle erhalten hat, daß sie sich später im trockensten Abschnitte der zweiten heißen Periode von dieser Stelle aus von neuem ausgebreitet hat und daß sie darauf in der folgenden kühlen Periode sowie später durch menschliche Kultureinflüsse den größten Teil dieses neuen Areales wieder verloren hat.

Daß sie sich — wie die schon vor ihrer Ansiedlung in Skandinavien klimatisch gleich oder ähnlich angepaßten Arten der skandinavischen Flora — erst im trockensten Abschnitte der zweiten heißen Periode[4]) durch Einwanderung aus dem Auslande in Skandinavien angesiedelt und sich in der zweiten kühlen Periode in Skandinavien nur in Västergötland erhalten habe, wie dies SERNANDER annimmt[5]), ist durchaus unwahrscheinlich. Nichts weist

1) SERNANDER, Stipa pennata usw., a. a. O. S. 208. Er sagt: „Jag tror att man ger ett bättre uttryck åt det egentliga sakförhållandet genom at antaga *Stipa*-samhällena som relikter från den subboreala perioden, lämnande oafgjordt om dess xeroterma konstituenters första invandring faller i boreal eller subboreal tid." SERNANDER bemerkt im Anschluß hieran, daß ein Gewächs in ein Gebiet bei wiederholten, weit auseinander liegenden Gelegenheiten eingewandert sein könne, und daß es unrichtig sei, ohne weiteres bei einem Gewächse Zeit der ersten Einwanderung in ein Land und Zeit der Ansiedlung — invandringstiden — in diesem Lande zu identifizieren. Ich habe hierauf schon oftmals hingewiesen, vgl. z. B. SCHULZ, Entwicklungsgesch. d. Flora u. Pflanzendecke d. skandinav. Halbinsel, a. a. O. S. 15, sowie Über einige Probleme d. Entwicklungsgesch. d. gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke Süddeutschlands, Beihefte z. Botan. Centralblatt, Bd. 20, Abt. 2 (1905) S. 197 u. f. (223—224).

2) SCHULZ, Entwicklungsgesch. d. gegenw. ph. Flora u. Pflanzendecke d. skand. Halbinsel S. 57, 128—129 u. 237.

3) Vgl. S. 129.

4) SERNANDERS subboreale Periode ist allerdings weder zeitlich noch klimatisch mit dem trockensten Abschnitte meiner zweiten heißen Periode identisch, sondern umfaßt alle trockenen Zeitabschnitte nach dem Maximum der Litorinasenkung. Ebenso umfaßt SERNANDERS subatlantische Periode zeitlich und klimatisch alle kühlen Perioden dieses Zeitraums.

5) SERNANDER, Stipa pennata a. a. O. S. 107.

darauf hin, daß im nördlicheren Europa nach der Zeit des Maximums der Litorinasenkung so weite Wanderungen solcher Gewächse stattgefunden haben. Dagegen ließe sich annehmen, daß *Stipa pennata* in Västergötland im trockensten Abschnitte der zweiten heißen Periode aus dem schwedischen Ostseegebiete, etwa von Öland, wo sie sich im trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode, wie sich dies bei zahlreichen anderen Arten dieser klimatischen Anpassungsgruppe bestimmt annehmen läßt, angesiedelt und in der ersten kühlen Periode wie diese Arten erhalten hätte, eingewandert wäre und sich in ihm seit dieser Zeit dauernd erhalten hätte, während sie aus dem Ostseegebiete verschwunden wäre. Offenbar haben damals in Deutschland Wanderungen von solchem Umfange, wenn auch wohl nicht allzu zahlreich, stattgefunden. Doch auch diese Annahme ist weniger wahrscheinlich als die, daß die Ansiedlung von *Stipa pennata* in Västergötland bereits im trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode stattgefunden habe. *Stipa pennata* hat sich in der ersten kühlen Periode offenbar auch in Deutschland an klimatisch nicht besonders begünstigten Stellen erhalten[1]). Und außerdem spricht für letztere Annahme auch der Umstand, daß sie in Västergötland in zwei Formen vorkommt, die von G. ANDERSSON[2]) mit *Stipa Joannis* Čel. und *St. Tirsa* Stev. identifiziert wurden. Offenbar ist nur eine Form in Skandinavien eingewandert, die andere erst hier unter dem Einfluß ungünstiger Lebensbedingungen aus dieser hervorgegangen. Vielleicht hatte sich die Art in der ersten kühlen Periode so an die besonderen Eigenschaften ihrer västergötländischen Erhaltungsstelle angepaßt, daß sie sich im trockensten Abschnitte der zweiten heißen Periode und in den späteren trockenen Zeitabschnitten hier nur wenig auszubreiten vermochte.

SERNANDER scheint der Meinung zu sein, daß sich in der ersten kühlen Periode überhaupt keine Arten mit einer der von *Stipa pennata* gleichen oder ähnlichen klimatischen Anpassung in Skandinavien erhalten hätten[3]). Ich halte eine solche Annahme

1) Vgl. SCHULZ, Entwicklungsgesch. d. gegenw. ph. Flora u. Pflanzendecke Mitteleuropas nördlich d. Alpen (Stuttg. 1899) S. 128—130.

2) Vgl. ANDERSSON, Nagra ord om LINNÉs *Stipa pennata*, Botaniska Notiser 1885 S. 101—102. SCHULZ, Entwicklungsgesch. d. gegenw. ph. Flora u. Pflanzendecke der Skandinavischen Halbinsel, a. a. O. S. 194. SERNANDER, Stipa pennata i Västergötland, a. a. O. S. 75—76.

3) So scheint er es (Stipa pennata a. a. O. S. 219) speziell von *Anemone silvestris* anzunehmen, daß sie sich damals in Skandinavien nicht erhalten hätte. Der Umstand, daß die Hauptmasse der gotländischen Wohnstätten von *Anemone silvestris* auf einem Gelände liegt, das von der Litorinasee bedeckt

für vollständig unbegründet. Ich bin überzeugt — denn auch die Verhältnisse in den übrigen Ländern des nördlicheren Europas[1]) sprechen bestimmt für diese Annahme —, daß sich alle oder fast alle skandinavischen Arten dieser Gruppe bereits im trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode in Skandinavien angesiedelt haben. Wie schon gesagt wurde, haben diese Arten, von denen wohl manche in diesem Zeitabschnitte in Skandinavien weit verbreitet waren, in der ersten kühlen Periode, in der manche andere Arten mit der gleichen klimatischen Anpassung, die mit ihnen gleichzeitig eingewandert waren, wieder vollständig aus Skandinavien verschwanden, den größten Teil ihres skandinavischen Areals verloren; z. T. haben sie sich damals wohl nur an einer einzigen, besonders begünstigten Stelle erhalten. Sie haben sich darauf im trockensten Abschnitte der zweiten heißen Periode von neuem ausgebreitet, haben sich dabei aber längst nicht ein so umfangreiches Areal wie in der ersten heißen Periode erworben. Diese Areale erfuhren dann in den folgenden kürzeren und von der Gegenwart klimatisch weniger abweichenden Zeitabschnitten noch mehrmalige Änderungen. Der Ackerbau und Viehzucht treibende neolithische Mensch, der Neolithiker im eigentlichen Sinne[2]), scheint erst im

war, beweist aber doch nicht diese Annahme, sondern läßt nur erkennen, daß diese Art in der ersten kühlen Periode — in Gotland — sehr wenig verbreitet war und sich nachher ausgebreitet hat. Außer auf Gotland hat sie sich in der ersten kühlen Periode wohl auch auf Öland erhalten.

1) Wenn Sernander sich eingehender mit der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke dieser Länder beschäftigt und die darüber vorliegende Literatur mehr berücksichtigt hätte, so würde er wohl die Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens richtiger beurteilt haben. Er würde dann auch nicht die „Arbeitshypothese" (vgl. Stipa pennata a. a. O. S. 414) aufgestellt haben, daß die „xerotherme Periode" Mitteleuropas, die nach den Vorgängen, die Briquet (von dem dieser Begriff herstammt) und seine Anhänger in diese Periode verlegen, alle meine vier postglazialen heißen Perioden umfaßt, mit der subborealen Periode Skandinaviens, die nach den Vorgängen, die Sernander in sie verlegt, ebenfalls alle diese vier Perioden umfaßt, identisch sei. Vgl. hierzu auch den zweiten Abschnitt der vorliegenden Abhandlung.

2) Daß sich dieser, der bei seiner Ansiedlung in diesem Teile Europas bereits Ackerbauer und Viehzüchter war, hier in einer Periode mit trockenen, warmen Sommern angesiedelt hat, kann wohl nicht bezweifelt werden. (Vgl. Schulz, Zeitschr. f. Naturw., 77. Bd. (1901) S. 41 u. f.). Da der Mensch offenbar ununterbrochen seit dem Beginne der neolithischen Zeit im nördlicheren Europa Ackerbau — und zwar Getreidebau — betrieben hat, so kann der Beginn der neolithischen Zeit in diesem Gebiete m. E. nicht vor die zweite kühle Periode fallen, da in dieser, nach den von ihr in der Pflanzendecke dieses Gebietes hinterlassenen Spuren zu urteilen, hier ein so ungünstiges

trockensten Abschnitte der dritten heißen Periode in Deutschland und in Skandinavien eingewandert und zur Ansiedlung gelangt zu sein. Von dieser Zeit an hat er in immer zunehmendem Maße die Areale dieser Gewächse verkleinert. So auch das von *Stipa pennata*, die vielleicht, wie schon gesagt wurde, sich in der zweiten heißen Periode nicht bedeutend ausgebreitet, darauf in der zweiten kühlen Periode wieder einen Teil ihres Areals verloren und sich im trockensten Abschnitte der dritten heißen Periode nur wenig ausgebreitet hatte [1]).

Wie in Deutschland, so breiteten sich auch in Skandinavien in den kühlen Perioden manche hier in der letzten Eiszeit zur Ansiedlung gelangte Arten mehr oder weniger weit von neuem aus und erfuhren dann in den diesen kühlen Perioden folgenden heißen Perioden wieder eine entsprechende Arealverkleinerung. Gleichzeitig mit ihnen und z. T. mit ihnen zusammen wanderten an feuchte, kühle Sommer und feuchte, warme Winter angepaßte Arten, von denen sich die heute in Skandinavien lebenden hier meist wohl schon in der ersten kühlen Periode angesiedelt haben. SERNANDER verlegt [2]) die Neuausbreitung der ersteren, wie es scheint, ausschließlich in seine subatlantische Zeit, die erneuerte Verkleinerung ihrer Areale in die Jetztzeit, und hält es für wahrscheinlich [3]), daß sich auch die anderen in Schweden erst in der subatlantischen Zeit angesiedelt haben. Ich bin aber überzeugt, daß die Hauptausbreitung der ersteren in meine erste kühle Periode fällt, deren Klima einen wesentlich anderen Charakter hatte als SERNANDER seiner atlantischen Zeit zuschreibt. Während des Höhepunktes meiner ersten kühlen Periode, der mit der Zeit des Hochstandes des Litorinameeres zusammenfällt, herrschte im nördlicheren Europa ein sehr kühles Sommerklima, wenn auch das

Klima geherrscht haben muß, daß bei den damaligen primitiven Kulturverhältnissen ein Getreideanbau unmöglich war.

Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß die Bronzezeit sowohl in Skandinavien als auch in Deutschland in den trockensten Abschnitt der vierten heißen Periode fällt. SERNANDER hält es dagegen, hauptsächlich wegen des damaligen verhältnismäßig häufigen Anbaus der Hirse in Dänemark, für möglich, daß sie in die subboreale Zeit fällt (Stipa pennata i Västergötland, a. a. O. S. 216–217) oder (On the evidences usw., a. a. O. S. 471) sogar mit ihr zusammenfällt.

1) Ihr heutiges Areal hat SERNANDER (Stipa pennata i Västergötland, a. a. O. S. 49 u. f.) sehr eingehend beschrieben.

2) A. a. O. S. 228.

3) A. a. O. S. 408.

damalige Winterklima recht warm war und vorzüglich bedeutenderer Kälteextreme entbehrte[1]).

SERNANDER vereinigt somit in seiner subborealen Periode alle Vorgänge der Entwicklung der gegenwärtigen indigenen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens, die in die trockensten Abschnitte der vier heißen Perioden — und, wie im zweiten Abschnitte der vorliegenden Abhandlung dargelegt werden wird, zahlreiche Vorgänge, die in die warmen Abschnitte dieser Perioden — fallen, während er in seiner subatlantischen Periode alle in die vier kühlen Perioden — und einzelne in die warmen Abschnitte der heißen Perioden — fallende Entwicklungsvorgänge vereinigt.

23. F. C. von Faber: Zur Infektion und Keimung der Uredosporen von Hemileia vastatrix.

(Eingegangen am 23. Mai 1910.)

Die ausgezeichneten Untersuchungen MARSHALL WARDs[2]) und BURCKs[3]) über die Biologie des Erregers der gefürchteten Blattkrankheit des Kaffees haben uns wertvolles Material gegeben, und wir verdanken diesen Arbeiten der genannten Forscher manche neuen Anregungen.

Hemileia vastatrix bietet nicht allein in entwickelungsgeschicht-

1) SERNANDER beklagt sich (a. a. O. S. 411—412) darüber, daß es Schwierigkeiten bereite, die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens mit der der übrigen Länder Europas zu vergleichen und die einzelnen Abschnitte jener Entwicklungsgeschichte mit Abschnitten der Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke dieser Länder zu parallelisieren. Dies beruht, soweit es Deutschland betrifft, einzig und allein darauf, daß SERNANDER meine Schriften, in denen die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands eingehend mit der Skandinaviens verglichen wird, offenbar absichtlich ignoriert.

2) WARD, MARSHALL H., Researches on the life-history of *Hemileia vastatrix*, the fungus of the coffee leaf disease. (Journ. of the Linn. Soc. Botany. Vol. XIX. 1882. p. 299—335.) — On the morphology of *Hemileia vastatrix*. (Quarterly Journ. of microsc. Sc. Vol. XXII.)

3) BURCK, W., Over de koffiebladziekte en de middelen om haar te bestrijden (Mededeelingen uit 's lands Plantentuin. 1887. No. 4, p. 1, No. 5, p. 1.)

licher, sondern auch in physiologischer Hinsicht noch manche Rätsel zu lösen, so daß man allein mit der Untersuchung dieses Pilzes noch lange zu tun haben wird.

Der Pilz schien mir für physiologische Versuche von vornherein besonders günstig, da hier jederzeit Untersuchungsmaterial in Überfluß zur Verfügung steht.

Über die Keimung und die äußeren Bedingungen zu einer erfolgreichen Infektion von *Hemileia* existieren in der Literatur noch manche Lücken, weshalb ich es unternahm, gerade auf diesem Gebiete Untersuchungen anzustellen. Diese Untersuchungen sind noch nicht gänzlich abgeschlossen, besonders die Frage nach der Empfänglichkeit der verschiedenen jetzt auf Java eingeführten Kaffee-Arten für diesen Pilz. Die Disposition der Wirtspflanze auf das Zustandekommen einer Infektion usw. hoffe ich noch weiter zu verfolgen; die Gesamtresultate dieser Untersuchungen sollen an anderer Stelle veröffentlicht werden. Hiermit sei nur ein Teil meiner Untersuchungsresultate wiedergegeben, in dem Glauben, daß einiges davon weitere Kreise interessieren dürfte.

Ich legte mir zuerst die Frage vor, unter welchen äußeren Bedingungen entsteht eine Infektion durch *Hemileia*. Um diese Frage zu beantworten, wurden gesunde Blätter einer Kaffeepflanze (*Coffea liberica*) infiziert, und zwar gestaltete sich die Versuchsanordnung folgendermaßen:

Versuch I. Kräftig gewachsene Blätter wurden unter eine mit feuchtem Fließpapier ausgekleidete Glocke gelegt und mit frisch geernteten Uredosporen von *Hemileia* geimpft; dies geschah wie folgt: Auf den Blättern wurden mit chinesischer Tusche Punkte angebracht und zwar dermaßen, daß je 2 Punkte in einer Linie wagerecht zur Mittelrippe des Blattes standen. Die Blätter wurden teils auf ihrer Unterseite, andere wieder auf der Oberseite je mit ca. 15 bis 20 Paaren schwarzer Tusche-Pünktchen versehen. Zwischen je 2 Pünktchen wurde geimpft; auf diese Weise war es möglich, immer wieder sofort die Impfstelle aufzufinden.

Nachdem die Blätter markiert waren, brachte ich zwischen je 2 Pünktchen 1 kleines Tröpfchen Regenwasser an, in das später mittels eines kleinen Platinspatels Uredosporen ausgesät wurden.

Der Vorteil dieser Impfmethode bestand darin, daß die Uredosporen auf dem Wasser treiben und besser keimen. Untergesunkene Sporen keimen schlecht, was wahrscheinlich mit ihrem hohen Sauerstoffbedürfnis zusammenhängt.

Nach beendeter Impfung (um möglichst gleichmäßige Resultate zu erzielen, wurden die Wassertröpfchen möglichst schnell nach-

einander mit Sporen besät) wurden die Blätter mit feuchten Glocken überdeckt und in einem vollständig dunklen Raum belassen. Da nach etwa 3 bis 4 Stunden die Impftröpfchen begannen einzutrocknen[1]), erneuerte ich sie vorsichtig mit neuem Regenwasser, (nachtsüber brauchte eine Erneuerung der Tröpfchen nicht stattzufinden, da wegen der Abkühlung eine Verdunstung nicht zu befürchten war), so daß die Impfstellen immer überflutet blieben. Nach 24 Stunden erfolgte eine Kontrolle der Blätter und zwar indem an den Impfstellen zarte Flächenschnitte ausgeführt wurden; hierdurch war es möglich, mittels des Mikroskops die auf der Epidermis lagernden Uredosporen wahrzunehmen. Es zeigte sich bei dieser Kontrolle, daß 20 bis 25 pCt. der Uredosporen jeder einzelnen Impfstelle gekeimt hatten; ihre Keimschläuche waren dünn, verzweigt und sehr lang. Ein Eindringen der mageren Schläuche in die Spaltöffnungen der Blattunterseite konnte ich nicht beobachten, im Gegenteil gingen die Keimschläuche über die Stomata hinweg. Auf der Blattoberseite waren die Uredosporen ebenfalls gekeimt und zwar genau so günstig wie auf der Unterseite, doch ohne eine Infektion zu verursachen.

Versuch II. Blätter von *C. liberica* wurden auf dieselbe Weise geimpft wie bei Versuch I beschrieben und dann mit einer feuchten Glocke bedeckt und im Dunkeln belassen, ohne aber die allmählich eintrocknenden Impftröpfchen zu erneuern. Eine nach 24 Stunden vorgenommene Kontrolle ergab ein ganz anderes Bild. Etwa 8 bis 14 pCt. der Sporen auf den Impfstellen hatten gekeimt, die Keimschläuche jedoch waren kurz, dick und wiesen Appressorien auf. Von 10 auf einem Blatte angebrachten Impfstellen, die ich untersuchte, konnte in 4 Fällen ein Eindringen der Keimschläuche in die Spaltöffnungen konstatiert werden und zwar in einem Falle 25 pCt., im zweiten Falle 10 pCt., im dritten 33 pCt. und im vierten 28 pCt. der vorhandenen Uredosporen. Die Blattoberseite wies dasselbe Bild auf, allein ein Eindringen der Schläuche in die Epidermis wurde nicht festgestellt[2]).

Versuch III. Blätter von *C. liberica* wurden infiziert und in

1) Es sei hier nebenbei bemerkt, daß mit dem Worte „Eintrocknen" nicht ein vollständiges Trockenwerden der Impfstelle gemeint ist. Dieser Zustand trat niemals ein, da die Atmosphäre unter der Glocke zu feucht ist. Übrigens würde ein gänzliches Eintrocknen der Impfstelle das Absterben der Keimschläuche bewirken und so eine Infektion verhindern.

2) Daß die Uredosporen nur die Unterseite des Blattes zu infizieren imstande sind, haben bereits BURCK und WARD nachgewiesen. Es hängt dies mit dem Fehlen der Spaltöffnungen auf der Blattoberseite zusammen.

schwachem Licht unter einer feuchten Glocke belassen. (Ich benutzte zu diesem Zweck einen halb geöffneten Schrank.) Die Impftröpfchen wurden nach 3 bis 4 Stunden erneuert, so daß die Impfstellen immer überflutet blieben und von einem allmählichen Eintrocknen keine Rede war. Die Kontrolle nach 24 Stunden ergab, daß etwa in 10 Fällen von 2 Impfstellen 8 bis 12 pCt., in einem Falle 15 pCt. der Sporen gekeimt hatten.

Die Keimschläuche zeigten dasselbe äußere Bild wie bei Versuch I; sie waren sehr lang und außergewöhnlich dünn. Ein Eindringen in die Spaltöffnungen konnte ich nicht wahrnehmen.

Versuch IV. Wiederum wurden Blätter mit Uredosporen geimpft und ebenso behandelt wie bei Versuch III, ohne jedoch die Impftröpfchen zu erneuern, so daß sie nach etwa 3 bis 4 Stunden langsam eintrockneten. Die Untersuchung der Impfstellen zeigte, daß bei 10 kontrollierten Fällen, von 4 Impfstellen 10 bis 14 pCt., von drei 9 pCt. und von den übrigen 3 Impfstellen nur 7 bis 9 pCt. der Uredosporen gekeimt waren. Die Keimschläuche waren kurz, dick und zeigten Appressorien; bei vielen Uredosporen waren die Keimschläuche bereits in die Spaltöffnungen eingedrungen. Die Blattoberseite wies dasselbe Verhalten der Keimschläuche auf, welche jedoch nicht in die Epidermis eindrangen.

Diese Versuche lehrten zunächst, daß nur kurze und mit Appressorien versehene Keimschläuche in das Blatt eindringen. Die Appressorien werden nur gebildet, wenn die infizierte Blattstelle nicht dauernd naß bleibt, sondern nach einer gewissen Zeit allmählich eintrocknet.

Wie ist dieser Vorgang nun zu erklären? In erster Linie ist zu berücksichtigen, daß die Haftorgane der Keimschläuche auf Kontaktreiz gebildet werden, was unmöglich ist, wenn die Blattoberfläche zu feucht gehalten wird; das Wasser verhindert eben den Kontakt der Keimschläuche mit der Cuticula des Blattes. Trocknen die Impftröpfchen dagegen nach einer gewissen Zeit allmählich ein, so findet ein Kontakt zwischen Cuticula und Keimschlauch statt und der Bildung der Appressorien steht nichts im Wege. Es ist auch weiter denkbar, daß gewisse chemotropisch wirksame Stoffe aus den Spaltöffnungen nach außen diffundieren und anlockend auf die Keimschläuche wirken; ein Hinzuwachsen der Keimschläuche auf die Stomata wäre sonst nicht recht erklärlich[1]). Bleibt nun die Impfstelle dauernd mit Wasser überflutet, so ist es nicht ausgeschlossen, daß diese auf die Keimschläuche

1) Vgl. hierzu die Arbeit von MIYOSHI, Bot. Ztg. 52, I, 1894.

anziehend wirkenden Stoffe zu sehr verdünnt und diese dadurch unwirksam werden. Aus den oben beschriebenen Versuchen ergibt sich ferner, daß sowohl im Dunkeln als auch bei schwachem Licht Keimung der Uredosporen und Eindringen der Keimschläuche in die Wirtspflanze stattfindet. Bei stärkerem Lichte findet keine Keimung und folglich auch keine Infektion statt, aus dem einfachen Grunde, wie wir weiter unten sehen werden, weil dieses Licht innerhalb kurzer Zeit schädigend auf die Uredosporen einwirkt.

Bereits BURCK hatte nachgewiesen, daß die in Wasser ausgesäten Uredosporen von *Hemileia* gegen Einwirkung von Licht sehr empfindlich sind. Er sagt darüber folgendes: „Wanneer de sporen van *Hemileia vastatrix*, uitgezaaid in een droppel gedestilleerd water, worden blootgesteld aan het licht, dan gaan zij niet tot kieming over. Dit licht behoeft geen direkt zonlicht te zijn; zelfs bij de zeer geringe intensiteit van het diffuse licht in het achterste gedeelte van het laboratorium, op geruimen afstand van het venster, gelukte het mij nimmer de sporen tot kieming te brengen."

Diese hemmende Wirkung des Lichtes auf die Uredosporenkeimung kann ich nur bestätigen, doch wie ich unten noch ausführlicher erklären werde, nur bis zu einem gewissen Grade.

Es war mir nicht direkt erklärlich, weshalb bei meinem ersten Versuch das Keimungsresultat der Sporen ein so viel günstigeres war als bei den drei anderen Versuchen (bei Versuch I keimten 20 bis 25 pCt., bei Versuch II nur 8 bis 14 pCt., bei Versuch III nur 8 bis 12 pCt., in einem Falle 15 pCt. und bei Versuch IV nur 7 bis 14 pCt.). Die Erneuerung der Impftröpfchen konnte nicht die Ursache sein, was Versuch III bereits bewies. Ein Unterschied der Versuchsanstellung lag nur darin, daß bei Versuch I die Blätter zur Erneuerung der Impftröpfchen an das Licht gebracht, während bei Versuch II, III, IV entweder die Blätter im Dunkeln oder bei schwachem Licht belassen wurden.

Ich wiederholte die Versuche, jedoch mit dem gleichen Resultat (abgesehen von kleineren Schwankungen in der Keimzahl der Uredosporen). Ich zog daher in Erwägung, ob die günstigeren Keimungsresultate bei Versuch I nicht der vorübergehenden Belichtung der Blätter zuzuschreiben seien[1]), oder ob die Temperatur-

1) Schon früher meinte ich, bei der Keimung der Zoosporangien von *Plasmopara viticola* ähnliche günstige Einwirkung durch vorübergehende Belichtung beobachtet zu haben. Diese Beobachtungen konnten leider wegen meiner Abreise nach Java nicht fortgesetzt werden.

Bereits THURET hatte gefunden, daß man durch Verdunkelung gewisser

erhöhung während dieser Belichtung die Ursache der günstigeren Keimungsresultate ist. Ich stellte daher genaue Temperaturmessungen an und zwar sowohl im Dunkeln unter der Glocke, als auch im Lichte während des Erneuerns der Impftröpfchen. Es muß hier gleich bemerkt werden, daß das Erneuern des Wassers nicht länger als etwa 10 Minuten in Anspruch nahm. Die Temperaturmessungen wiesen ein Steigen der Quecksilbersäule während dieser 10 Minuten um nur $^1/_4$ ° C nach. Während im Dunkeln unter der Glocke die Temperatur 28 ° C maß, zeigte das Thermometer nach der Erneuerung der Tröpfchen $28^1/_4$ ° C. Diese Temperaturerhöhung konnte die Ursache der günstigen Keimung nicht sein, es blieb also nur das Licht übrig.

Wie oben schon hervorgehoben, konnte ich die Wahrnehmung BURCKs, daß die Sporen von *Hemileia* durch das Licht geschädigt werden, bestätigen, ohne aber seine Anschauung völlig zu teilen. Das Licht übt wohl eine schädigende Wirkung aus, wenn es längere Zeit einwirkt, wirkt es dagegen vorübergehend, nachdem die Uredosporen im Dunkeln gelegen haben, so ist eine Förderung der Keimung deutlich wahrzunehmen. Es handelte sich nur darum, nachzuweisen, bis zu welcher Grenze übt das Licht eine günstige Wirkung aus und von wann ab ist es schädlich, und weiter: übt stärkere Belichtung den gleichen Einfluß aus auf Sporen, die vorher dem schwachen Licht ausgesetzt waren als auf solche, die vorher im Dunkeln gelegen hatten?

Zu diesem Zweck griff ich zunächst zu dem einfacheren Verfahren der Objektträgerkultur. Es zeigte sich aber bald, daß für längere Versuchsanstellung diese Methode nicht ausreichend war, da die Sporen zu früh absterben, ein Beweis dafür, daß die Keimungsbedingungen auf den Kaffeeblättern eben doch bedeutend günstigere sind, weshalb ich die Aussaatversuche auf den Kaffeeblättern vorzog.

Geimpfte Blätter wurden, nachdem sie etwa 3 Stunden im Dunkeln gelegen hatten, an das Licht gebracht und zwar auf etwa 2 Meter Entfernung vom Fenster (ohne dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt zu sein). Die Blätter wurden zunächst 10 Minuten belichtet und dann wieder ins Dunkle gebracht. Die Kontrolle nach 24 Stunden ergab, daß etwa 22 pCt. der Sporen gekeimt waren, während Parallelversuche mit unbelichteten Blättern während

Algen und spätere plötzliche Beleuchtung derselben, den Moment des Ausschwärmens künstlich hervorrufen kann.

dieser selben Zeit nur 9 bis 14 pCt. Keimung aufwiesen. Derselbe Versuch mit 20 Minuten Belichtung ergab in 4 von 10 Fällen eine Keimung von 25 bis 28 pCt., in einem Falle sogar von 30 pCt. Das Keimungsresultat einer Belichtung von 30 Minuten war bei 3 von 10 Fällen 32 pCt., in 2 Fällen 29 pCt., in den übrigen Fällen 26 bis 28 pCt. Eine Belichtung von 40 Minuten dagegen gab eine durchschnittliche Keimung von 18 bis 22 pCt., eine von 50 Minuten nur 7 bis 14 pCt., eine von einer Stunde 8 bis 10 pCt. Parallelversuche mit Blättern, die 3 Stunden im Dunkeln gelegen hatten und dann gleich untersucht wurden, zeigten eine Keimung von etwa 7—15 pCt. Da bei einer Belichtung von 50 Minuten und einer Stunde die Keimung nur 7 bis 14 pCt. und 8 bis 10 pCt. betrug, muß angenommen werden, daß diese Keimung bereits im Dunkeln stattgefunden hat und die Belichtung eine weitere Keimung verhinderte.

Die Versuche mit verschiedener Dauer der vorübergehenden Belichtung wurden einige Male wiederholt, doch stets mit demselben Resultate. Genaue Temperaturmessungen während der Belichtung zeigten, daß bei einer Belichtung von einer Stunde das Quecksilber nur um $1^1/_2$ ° C höher stand als im Dunkeln. Die Temperatur spielt hier also keine Rolle.

Aus allem geht mit ziemlicher Sicherheit hervor, daß vorübergehende Belichtung günstig auf die Keimung der vorher verdunkelten Uredosporen wirkt, doch nur bis zu einem gewissen Grade. Diese günstige Wirkung steigt rasch bis zu einer Belichtung von einer halben Stunde und fällt rasch wieder bei längerer Dauer der Lichteinwirkung.

Über den Einfluß der Belichtung auf Blätter, die vorher nicht im Dunkeln, sondern im schwachen Lichte gelegen hatten, kann ich mich kurz fassen. Bereits Versuch III hatte bewiesen, daß diejenigen Blätter, deren Impftröpfchen erneuert wurden (was immer bei stärkerem Lichte auf etwa 2 m Entfernung vom Fenster geschah), keine günstigere Keimung ihrer Uredosporen aufwiesen als solche, die dauernd im Dunkeln (Versuch II) oder dauernd im schwachen Lichte (Versuch IV) gelegen hatten. Um aber zu entscheiden, ob Belichtungen von längerer Dauer wie von 20, 30, 40, 50 Minuten und 1 Stunde von Einfluß sind, wurden auch in dieser Richtung Versuche angestellt, mit dem Resultat, daß bei einer Belichtung von 20 und 30 Minuten die Keimung sich etwas günstiger gestaltete, jedoch lange nicht in dem Maße, wie bei vorheriger Verdunkelung, während bei einer

längeren Belichtung ebenfalls Schädigung der Uredosporen eintritt.

Bei den oben beschriebenen Versuchen handelte es sich immer um Blätter, die zuerst im Dunkeln oder in schwachem Lichte gelegen hatten und dann vorübergehend belichtet wurden. Es fragt sich nun, wie ist der Einfluß der kurzen Belichtung, wenn die Blätter vorher nicht im Dunkeln oder im schwachen Lichte waren. Um dies zu entscheiden, wurden Blätter mit Sporen geimpft und gleich dem Lichte auf etwa 2 m Entfernung vom Fenster ausgesetzt (und zwar 10, 20, 30, 40, 50 Minuten und 1 Stunde lang), daraufhin ins Dunkle gebracht und nach 24 Stunden kontrolliert. Diese Kontrolle ergab für die 10 Minuten dem Lichte ausgesetzten Blätter eine Keimung der Uredosporen von 7 bis 10 pCt., für die von 20 Minuten 6 bis 12 pCt., von 30 Minuten 9 bis 14 pCt., von 40 Minuten 8 bis 15 pCt., von 50 Minuten 4 bis 7 pCt. und für die von einer Stunde 1 bis 3 pCt. Parallelversuche mit Blättern, die 24 Stunden im Dunkeln blieben, zeigten, daß die Keimung der Sporen etwa 10 bis 15 pCt. betrug.

Das Ergebnis dieser Versuche ist, daß Belichtung vor dem Verdunkeln bis zu etwa 30 bis 40 Minuten weder von günstiger noch von schädlicher Wirkung auf die Keimung der Uredosporen ist. Längere Belichtung dagegen übt die gleiche schädliche Wirkung aus, wie schon oben beschrieben nach dem Verdunkeln.

Bereits BURCK konnte nachweisen, daß ein Unterschied besteht zwischen den schwächer und den stärker brechbaren Strahlen des Spektrums in ihrer Wirkung auf die Keimung der Uredosporen, und zwar fand BURCK, daß die stärker brechbaren Strahlen einen schädigenden Einfluß ausüben, während er den schwächer brechbaren Strahlen keinen nennenswerten Einfluß auf die Keimung zusprach. Da meine Versuche zeigten, daß eine kurze vorübergehende Belichtung gerade fördernd wirkt, erschien es mir wünschenswert, zu untersuchen, welchem Teil des Spektrums diese günstige Wirkung zuzuschreiben ist.

Ich benutzte zu diesen Versuchen wiederum Blätter, die mit frischem Sporenmaterial geimpft waren. Zuerst wurden diese Blätter etwa 3 Stunden verdunkelt und dann dem durch eine dicke Schicht einer Lösung von Kaliumbichromat hindurch gegangenen Lichte ausgesetzt. Nachdem die Blätter so je 10, 20, 30, 40, 50 Minuten und 1 Stunde belichtet waren, wurden sie wieder ins Dunkle gebracht und nach 24 Stunden kontrolliert. Dabei zeigte sich, daß bei 10 Minuten exponierten Blättern durch-

schnittlich 12 bis 15 pCt. der Uredosporen gekeimt hatten, in einem Falle nur 7 pCt.; 20 Minuten exponierte Blätter wiesen eine Keimung von 10 bis 16 pCt. auf, bei 30 Minuten Expositionsdauer 9 bis 15 pCt., bei 40 Minuten 9 bis 17 pCt., bei 50 Minuten 8 bis 16 pCt., bei 60 Minuten 10 bis 15 pCt. Vergleichsversuche mit unbelichteten Blättern gaben eine durchschnittliche Keimung von 9 bis 17 pCt. Die grünen, gelben und roten Strahlen üben also weder einen günstigen noch einen schädlichen Einfluß aus, sondern wirken wie dauernde Verdunkelung[1]).

Dieselben Versuche wurden wiederholt, jedoch mit Belichtung der Blätter mittels durch eine dunkle Lösung von Kupferoxydammoniak gegangenen Lichtes. Die Resultate waren folgende: 10 Minuten Exposition: 22 bis 30 pCt. Keimung, 20 Minuten: 28 bis 34 pCt., 30 Minuten: 27 bis 36 pCt., 40 Minuten: 17 bis 24 pCt., 50 Minuten: 5 bis 12 pCt., 1 Stunde: 3 bis 6 pCt. Temperaturmessungen im Dunkeln und im blauen Lichte zeigten keine nennenswerte Steigung des Quecksilbers. Vergleichsversuche mit unbelichteten Blättern ergaben eine durchschnittliche Keimung von 9 bis 14 pCt.

Diese Versuche lehren, daß die stark brechbare, vorwiegend blaue Hälfte des Spektrums bei vorübergehender Einwirkung zunächst keimfördernd, bei längerer Dauer dagegen schädigend auf die Keimung der Uredosporen wirkt.

Zum Schluß seien hier die hauptsächlichsten Resultate meiner Untersuchungen kurz wiedergegeben:

1. Die Uredosporen von *Hemileia vastatrix* keimen sowohl auf der Ober- als Unterseite der Kaffeeblätter; die Infektion findet jedoch nur auf der Unterseite durch die Stomata statt.
2. Die Uredosporen bilden auf den Blättern, wenn sie befeuchtet sind, wohl Keimschläuche, die aber nicht in die Stomata eindringen, wenn die Impfstelle dauernd überflutet bleibt.
3. Ist dies der Fall, so sind die Keimschläuche lang, verzweigt und gehen über die Spaltöffnungen hinweg; findet dagegen ein langsames allmähliches Verdunsten des Wassers statt, so sind die Keimschläuche kurz und dick, besitzen Appressorien und dringen in die Stomata ein, wodurch eine Infektion stattfinden kann.

[1]) Vgl. auch Burck, l. c.

4. Die Uredosporen keimen sowohl im Dunkeln als auch bei schwachem Licht, wie bereits BURCK nachgewiesen hat. Die Keimung wird aber durch vorübergehende kurze stärkere Belichtung sehr begünstigt. Längere Belichtung schädigt die Uredosporen.

   Die vorübergehende stärkere Belichtung wirkt als Reiz, der um so größer ist, je weniger die Sporen vorher belichtet wurden.

5. Die günstige Wirkung einer vorübergehenden Belichtung ist nur im stärker brechbaren Teil des Spektrums zu suchen, nicht im schwächer brechbaren, der wie dauernde Verdunkelung wirkt. Die blauvioletten Strahlen üben einen keimfördernden Einfluß aus bei vorübergehender Einwirkung, sind aber die Ursache des Abtötens der turgeszenten Sporen, wenn letztere ihnen länger ausgesetzt bleiben.

Buitenzorg (Java), April 1910.

24. F. Czapek: Über Fällungsreaktionen in lebenden Pflanzenzellen und einige Anwendungen derselben.

(Eingegangen am 23. Mai 1910.)

Seitdem CH. DARWIN[1]) auf die intravitalen Fällungen mit Ammoniumcarbonat, Alkaloiden und anderen basischen Substanzen aufmerksam gemacht hat, und W. PFEFFER[2]) die Möglichkeit der Speicherung gewisser Farbstoffe in lebenden Pflanzenzellen erwiesen hat, ist eine große Zahl von Fällen bekannt geworden, in denen es gelingt, intravitale Niederschläge in Zellen hervorzurufen, ohne das Leben des Protoplasmas zu stören. Im Verfolge meiner

1) CH. DARWIN, Insektenfressende Pflanzen, übersetzt von J. V. CARUS, Stuttgart 1876, S. 34. 56, 129 u. a. Stellen; The Action of Carbonate of Ammonia on the Roots of certain Plants, Linnean Soc. Journal, Botany, Vol. XIX, Read March 16, 1882.

2) W. PFEFFER, Über Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen, Untersuchungen a. d. Botan. Institute zu Tübingen, Bd. II S. 179, 1887.

im Gange befindlichen Studien über die kolloidalen Eigenschaften des lebenden Protoplasten wurde ich auf dieses aussichtsreiche Gebiet der Fällungsreaktionen hingewiesen, und will hier über einige erwähnenswerte Ergebnisse dieser Versuche kurz berichten.

O. LOEW und BOKORNY[1]) haben in einer Reihe von Arbeiten diese Niederschläge gleichfalls studiert und in den subepidermidalen Zellen der Crassulaceenblätter (*Echeveria*, *Cotyledon*) ein äußerst geeignetes Versuchsobjekt aufgefunden. Außer den zu demselben Zwecke viel benutzten Spirogyren, welche leider nicht immer in dem erwünschten gerbstoffreichen Zustande für die einschlägigen Reaktionen zu haben sind[2]), benutzte auch ich vorwiegend Echeverien für meine Versuche. Alle in den Gärten kultivierten Arten, wie *glauca*, *secundaglauca*, *metallica* und andere sind gleichgut für unsere Zwecke geeignet und das ganze Jahr hindurch benutzbar. Den vielen von DARWIN, KLERCKER[3]), LOEW und BOKORNY namhaft gemachten Pflanzen, die die Fällungsreaktion mit Ammoniumcarbonat geben, vermag ich noch zahlreiche andere, wie *Mikania scandens*, *Cordyline rubra*, *Fuchsia*-Arten, *Rhododendron dahuricum*, *Peperomia*, *Ficus*-Arten, *Brosimum*, Luftwurzeln von *Vitis gongylodes*, Blattstiele von *Acer rubrum* u. a. anzuschließen, die alle mehr oder weniger gut für dergleichen Studien geeignet sind. In der Literatur finde ich nicht erwähnt ein Verhalten, das oft auffallend genug ausgeprägt war, nämlich daß in den Epidermiszellen in unmittelbarer Nähe der Stomata an der Blattunterseite die Fällung besonders stark war. Im übrigen kann ich nur wiederholen, daß vor allem die peripheren Gewebe, zumal diejenigen der Blattunterseite, reichlich Niederschläge in den Zellen zeigen.

LOEW und BOKORNY verdanken wir ein ausgezeichnetes Reagens an Stelle des von DARWIN zuerst verwendeten Ammoniumcarbonates, nämlich Coffein in verdünnter wässeriger Lösung. Ich verwendete 1 Mol (212 g) Coffein in 100 Liter Wasser, also eine ungefähr 0,2 prozentige Lösung. In der Regel ist die Coffein-

1) Vgl. besonders TH. BOKORNY, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 18 S. 194, 1887; ibid. Bd. 19 S. 206, 1888; ibid. Bd. 20 S. 427, 1889. Botan. Centralbl. Bd. 39 S. 369; ibid. Bd. 40 S. 161, 193, 1889. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft 1890, Bd. 8 S. 101. O. LOEW, Flora 1892, Supplementbd. Bd. 76 Seite 117.

2) Vgl. hierzu die jüngst erschienene interessante Studie von C. VAN WISSELINGH, On the tests for Tannin in the Living Plant and on the Physiological Significance of Tannin, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, 26. März 1910.

3) JOHN AF KLERCKER, Studien über die Gerbstoffvakuolen, Bihang T. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd 13, Afd III, Nr. 8. Stockholm 1888.

fällung in lebenden Zellen eine sehr auffallende Erscheinung durch die Bildung von größeren Tropfen, welche durch Zusammenfließen eines feintropfigen Niederschlages sich rasch formieren. Bald fließen in den meisten Fällen diese größeren Tropfen zu myelinartigen Massen zusammen. Im Gegensatze zu dem fast immer feintropfig verbleibenden Niederschlag mit verdünntem Ammoniak oder Ammoncarbonat bleibt die Coffeinfällung auch nach mehreren Tagen fast unverändert und farblos, während sich die mit Ammoniak gebildeten Fällungen binnen einem Tage in der Ammoniaklösung dunkelbraun bis schwarz färben.

Für manche Zwecke ist es von Vorteil, Objekte mit rotgefärbtem, anthokyanhaltigem Zellsaft zu wählen, die dann rotgefärbte Tropfenausscheidungen in Coffein-Lösung aufweisen. Schon LOEW und BOKORNY hatten in *Melaleuca*-Staubfäden und andern Objekten solche Befunde verzeichnet und abgebildet. Als leicht zugängliches gutes Material dieser Art erwies sich mir die bekannte *Saxifraga sarmentosa*, welche in den Zellen der Epidermis und der Haare der Blattstiele die gewünschten anthokyanhaltigen Tropfenausscheidungen durch Coffein massenhaft und schnell entstehen läßt. Ein sehr hübsches Objekt sind *Paeonia*-Blüten. Auch rote Epidermis von *Acer*blattstielen ist gut verwendbar.

Wer die Coffeinfällung in den *Echeveria*-Blattzellen zum ersten Male sieht, wird unwillkürlich an die von fettartigen Stoffen, besonders von Lecithin her bekannten Myelinformen in Wasser erinnert. Nach den verschiedenen Andeutungen in der Literatur müssen manche Autoren an die Gegenwart solcher Stoffe in den Coffeinniederschlägen gedacht haben, doch finde ich an positiven Befunden hierüber nur die Schwärzung der Tropfen durch Osmiumsäure verzeichnet. Ich habe eine andere Methode entdeckt, fettartige Stoffe in den Coffeinniederschlägen bei *Echeveria* nachzuweisen. Legt man die Schnitte für kurze Zeit in Aceton ein, so verschwindet die Coffeinfällung sehr rasch zum größten Teil, indem die Tropfen zu schaumigen Massen zusammenfließen, sodann vom Rande her einschmelzen, wobei öfters Fäden dieser schleimigen Massen an dem Wandplasma haften und dem Schaumtropfen das Aussehen einer Fortsätze aussendenden Amöbe verleihen. Dieser Vorgang spielt sich sehr rasch ab, so daß man die Acetoneinwirkung, um deren Einzelheiten festzustellen, unter dem Mikroskope verfolgen muß. Es sei bemerkt, daß Äthylalkohol, Methylalkohol und andere organische Lösungsmittel in der gleichen Weise wirken. In der Literatur finde ich die Lösung ähnlicher Ausscheidungen durch Alkohol von den *Drosera*-Tentakelzellen zuerst von A. F.

W. SCHIMPER[1]) erwähnt. Während nun andere Lösungsmittel die Coffeinfällung bis auf einen geringen feinamorphen Rückstand restlos auflösen, bleiben nach der Acetonbehandlung entweder zahlreiche kleine Tröpfchen oder wenige größere Tropfen zurück, die den aus den Chloroplasten freigewordenen Farbstoff stark aufnehmen und durch ihre Grünfärbung dann sehr auffallen. Daß diese Tropfen aus einem fettartigen Stoff bestehen, zeigt auch die starke Speicherung von Sudanrot III und Alkannin; man wendet diese Farbstoffe zweckmäßig in Aceton gelöst an. Mit einem Gemisch von konzentrierter Kalilauge und Ammoniak 12—24 Stunden bei Zimmertemperatur behandelt, verwandeln sich die Tropfen in farblose feste Massen, die zum Teil deutliche Doppelbrechung im Polarisationsmikroskop erkennen lassen. Es handelt sich somit um ein verseifbares Lipoid und unverseifbare Substanzen wie Cholesterine sind daher ausgeschlossen. Behandelt man die in Aceton zurückbleibenden Tropfen mit einer Lösung von Ammoniummolybdat in Salpetersäure, so bilden sie gelbe krümlige Massen, deren Körnchen an einzelnen Stellen ganz den Eindruck des bekannten Molybdatniederschlages mit Phosphaten machen. Doch sind derartige mikrochemische Reaktionen oft trügerisch, und ich wage es nicht, auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen die fettartige Substanz der *Echereria*-Ausscheidungen als ein Phosphatid oder Lecithin zu erklären. Jedenfalls ist die vorhandene Menge dieses Lipoides nicht groß. Im Anfang meiner Versuche neigte ich mich stark der Ansicht zu, daß einer fettartigen Substanz ein namhafter Anteil am Zustandekommen der intravitalen myelinartigen Coffeinfällung zuzuschreiben sei. In der Tat sieht man in einer mit Wasser möglichst verdünnten Lösung von Sudan III in Aceton die sich langsam lösenden Niederschlagsmassen deutlich rötlich gefärbt. Die Coffeinfällung ist ferner in allen organischen Solventien, die sich mit Wasser mischen, gut löslich. Doch zeigt z. B. Tannin in ganz konzentrierter Lösung ebenfalls Myelinformen in dem Coffeinniederschlag, und diese Fällung ist in Alkohol und Aceton gut löslich. Interessant ist meine zufällig hier gemachte Beobachtung, daß konzentrierte, kolloidale Tanninlösung mit einer Suspension von Lecithin in Wasser eine dichte Fällung gibt, die sich auf Alkoholzusatz aufhellt und löst.

Ein viel umstrittener Punkt ist der Eiweißgehalt der intravitalen durch basische Stoffe erhaltenen Niederschläge. Nachdem CH. DARWIN und später PFEFFER einen Gehalt an Proteinstoffen

1) A. F. W. SCHIMPER, Botan. Zeitg. 1882, S. 225.

in den durch Ammoniumcarbonat entstehenden Fällungen angenommen hatte, bauten LOEW und BOKORNY bekanntlich weitgehende Schlußfolgerungen auf, ausgehend von ihrem Befunde, daß die Coffeinniederschläge neben Gerbstoff und Fett reichlich Eiweißstoffe enthalten.

Der erste Forscher, welcher den Eiweißgehalt der intravitalen Fällungen mit berechtigtem Zweifel betrachtete, war wohl JOHN AF KLERCKER, dem sich sodann auch PFEFFER sodann KLEMM[1]) anschlossen. Ich will auf Grund meiner Erfahrungen es nicht in Abrede stellen, daß ein gewisser Gehalt an Proteinstoffen immer oder in manchen Fällen vorhanden sei; bei dem ubiquitären Vorkommen solcher Stoffe in den Zellen ist dies ja sogar wahrscheinlich. Doch gelang es mir im Gegensatze zu LOEW und BOKORNY nicht, durch positive Beweise den Eiweißgehalt der Niederschläge in *Echeveria*-Zellen sicher zu stellen. Die MILLONsche Probe erhielt ich immer nur in rötlichen oder gelblichbraunen Tönen, selbst nach der letzten von LOEW (1892) stammenden Vorschrift für diese Reaktion, ganz wie es schon KLEMM erfuhr. Bezüglich der Biuretprobe muß man in unserem Falle vorsichtig sein, um nicht Täuschungen zum Opfer zu fallen. Die subepidermalen Zellen der *Echeveria*-Blätter geben nämlich in alkalischer Kupferlösung, besonders bei leichtem Erwärmen, vorübergehend eine deutliche Violettfärbung, wobei der Farbstoff in Wolken am Schnittrande entweicht. Die Erscheinung beruht darauf, daß der im Niederschlage enthaltene Gerbstoff mit Kupfersalzen eine Rotfärbung, bei Gegenwart von Alkali eine rotbraune Lösung gibt. Da nun Kohlenhydrate anwesend sind, welche sich in alkalischer Lösung blau färben, so entsteht die erwähnte violette Mischfarbe. Bei einiger Übung im Erkennen der Biuretreaktion bei Eiweißstoffen wird man übrigens rasch Verdacht schöpfen, daß es sich hier um keine derartige Farbenreaktion handelt. Auch nach längerem Liegen der Schnitte in Kupferacetat (O. LOEW) erhält man keine Biuretreaktion mit Alkali.

Was der amorphe in Alkohol unlösliche Rückstand der Coffeinfällung ist, konnte ich nicht herausfinden. Eiweißreaktionen gibt er nicht, in den verschiedenen Lösungsmitteln ist er recht wenig löslich. Vielleicht handelt es sich um ein schleimiges, in Alkohol unlösliches Kohlenhydrat.

---

1) P. KLEMM, Beitrag zur Erforschung der Aggregationsvorgänge in Pflanzenzellen, Flora 1892, S. 397; Über die Aggregationsvorgänge in Crassulaceenzellen, Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch. 1892, Bd. 10, S. 237.

Wenn J. AF KLERCKER die Meinung vertritt, daß gerbstoffartigen Stoffen die Hauptrolle beim Zustandekommen der intrazellulären Fällungen zukommt, so muß ich dem nur beistimmen. Alle von mir erhaltenen Ergebnisse lassen sich dahin deuten, daß die betreffenden Zellen eine sehr konzentrierte Lösung einer Substanz enthalten, welche in Wasser, Alkohol, Aceton leicht löslich ist, in Chloroform aber sich nur wenig löst; welche eine blauviolette Eisenreaktion gibt, einen rötlichen Niederschlag mit Kaliumbichromat, ferner Fällungen mit Kupfersalzen (rötlich), Quecksilberchlorid und anderen Schwermetallsalzen erzeugt. Der Stoff gibt, wie KLEMM fand, eine intensiv rote Färbung mit Vanillinsalzsäure, ähnlich wie Phloroglucin. Mit Jodjodkalium bildet er einen dichten dunkelbraunen körnigen Niederschlag. Mit Jodwasser entsteht nach 10 bis 15 Minuten oder länger eine farblose Fällung in Form von Tropfen und Myelinformen. Fügt man zu den Jodfällungen eine Spur Alkali hinzu, so entsteht stellenweise eine deutliche Rotfärbung, welche wohl als die von NASSE angegebene Reaktion auf Pyrogallolderivate zu deuten ist. Die Substanz ist ferner leicht oxydabel. Neutrale verdünnte Silbernitratlösung schwärzt den Zelleninhalt und die Coffeinniederschläge sehr rasch. Mit verdünnten Alkalien entsteht zunächst eine fahlgrüne Färbung, die in Braun und Schwarz übergeht, meist unter gleichzeitiger Niederschlagsbildung. Es ist demnach zweifellos als mehrwertiges Phenol anwesend, vielleicht eine Phenolsäure. Die vorübergehende Grünfärbung mit Alkalien, ferner die Löslichkeitsverhältnisse brachten mich auf die Vermutung, daß der *Echeveria*-Gerbstoff mit der von K. GORTER[1]) genau studierten und sehr verbreitet vorkommenden Chlorogensäure identisch sein könne. Doch vermochte ich mit der von GORTER gegebenen Vorschrift den Nachweis der Entstehung von Kaffeesäure nach Kochen mit Salzsäure nicht zu erlangen, und damit ist es unwahrscheinlich geworden, daß in unserem Falle Chlorogensäure vorliegt. Ich beabsichtige die analytischen Arbeiten zum Studium des *Echeveria*-Gerbstoffes noch fortzusetzen.

Die *Echeveria*-Blattzellen enthalten aber auch eine Peroxydase, welche Lösungen des erwähnten Gerbstoffes bräunt. Diese Färbung kann man an Schnitten, die durch kurze Alkoholbehandlung fixiert wurden, oder die man in Chloroformdampf hält, nach einigen Tagen deutlich wahrnehmen. Sie bleibt aus, wenn die

1) K. GORTER, LIEBIGS Annalen 1908, Bd. 358, S. 327, und Archiv für Pharmacie Bd. 247, S. 184, 1909

Schnitte zuvor auf 100 Grad kurze Zeit erhitzt wurden, und tritt an solchen Präparaten erst nach Zusatz von Alkali ein.

Neu ist meine Feststellung, daß der *Echeveria*-Gerbstoff durch Formalin in Form eines unlöslichen Niederschlages vom Aussehen der Coffeinfällung ausgeschieden wird. Die wirksamen Konzentrationsgrenzen sind zwischen $^1/_{64}$ und $^1/_{512}$ des käuflichen 40 proz. Formalins. Stärkere Konzentrationen fällen nicht, weshalb diese Erscheinung wohl bisher übersehen worden ist. Hierbei dürfte eine Methylenverbindung des Gerbstoffes ausgeschieden werden. Dieselbe ist in Wasser völlig unlöslich im Gegensatze zu der Coffeinfällung, welche sich binnen 12 Stunden vollständig in Wasser löst.

Die Frage, ob der Coffeinniederschlag bei *Echeveria*, wie BOKORNY annahm, ausschließlich im Cytoplasma, oder wie KLEMM in der Kontroverse mit dem vorgenannten Forscher behauptete, ausschließlich im Zellsaft ausgeschieden wird, erscheint weniger bedeutungsvoll, da für andere Objekte, wie *Spirogyra*, von sämtlichen Autoren außer Frage gestellt worden ist, daß sowohl im Cytoplasma als im Zellsaft Niederschlagstropfen entstehen. Für die von mir untersuchten Echeverien halte ich KLEMMs Meinung, daß der gesamte Niederschlag ausschließlich im Zellsaft entstehe, nicht für zutreffend, denn ich konnte bei direkter mikroskopischer Verfolgung der Niederschlagsbildung mit Coffein öfters mit Bestimmtheit beobachten, wie feine Fällungströpfchen durch strömende Plasmafäden mit fortgeführt werden, und diese somit dem Cytoplasma angehören mußten. Die Hauptmasse des Niederschlages wird aber sicher im Zellsaft gebildet. Noch leichter kann man sich von der Ablagerung eines Teiles der Coffeinfällung im plasmatischen Wandbelag der Zellen überzeugen, wenn man die Schnitte nach oberflächlicher Abspülung der Coffeinlösung mit Wasser für 12 bis 24 Stunden in sehr verdünntes Ammoniak, etwa 1 Mol auf 512—1024 Liter, einlegt. Die Coffeinfällung färbt sich so intensiv dunkelbraun, und der Plasmaschlauch quillt, sich hellbraun färbend auf das Mehrfache seines Querschnittes auf, so daß er als helle Schicht den schwarzen dicht ausgefällten Zellsaftraum umgibt. In dieser helleren Schicht, welche dem Plasma entspricht, sieht man nun bei *Echeveria* nicht wenige größere und kleinere runde schwarze Niederschlagsgebilde. *Saxifraga sarmentosa* zeigte mir hingegen solche Ausscheidungen im Cytoplasma nicht, so daß ich annehmen muß, daß hier der gesamte Niederschlag dem Zellsaftraum angehört.

Schwer zu beantworten ist es, warum der Coffeinniederschlag

sich in seinem äußeren Ansehen durch die Tropfengröße, die myelinartigen Verschmelzungen, so bedeutend von den Niederschlägen mit Ammoniak oder Ammoniumcarbonat unterscheidet, und wir haben zu diesem Behufe vorerst zu untersuchen, inwiefern wir berechtigt sind, diese Fällungen als Gerbstoffverbindungen anzusehen.

Coffein fällt bei *Echeveria*, *Spirogyra*, *Saxifraga*, von konzentrierten wässerigen Lösungen angefangen, bis zur Verdünnung von 1 Mol auf 6400 Liter. Das salzsaure und das schwefelsaure Coffeinsalz haben dieselbe Fällungsgrenze, so daß offenbar nicht die basischen Eigenschaften des freien Coffeins hierbei in Betracht kommen; Coffein zählt mit den anderen Xanthinbasen zu den amphoteren Elektrolyten. Ist die Konzentration der Coffeinsalze größer als 1 Mol auf 50 Liter, so tritt keine tropfige Fällung auf, sondern der Zellinhalt erscheint grob vakuolig, gequollen, von der Zellhaut abgehoben. Der Niederschlag mit verdünnten Coffeinlösungen ist in Alkohol bis zu 25 pCt. herab sofort löslich, in noch verdünnterem Alkohol oder in Wasser dauert die Auflösung mehrere Stunden.

Die Fällung mit Antipyrin, deren Grenze bei einer Verdünnung von 1 Mol auf 800 Liter Wasser liegt, verhält sich im ganzen analog und hat auch das gleiche Aussehen.

Pyridin gibt zwischen Verdünnungen von 1 Mol auf 8 Liter und 100 Liter gleichfalls schöne myelinartige Tropfenniederschläge. Stärkere Lösungen plasmolysieren, noch konzentriertere, 5—10fach normal, hellen glasig auf ohne Niederschlagsbildung. Fällungsgrenze ist bei Pyridin 1 Mol auf 100 Liter.

Wässerige Chinolinlösungen, durch Schütteln einiger Tropfen Chinolin mit Wasser erhalten, wirken analog.

Anilin erzeugt keine Fällungen.

Mit Phenylhydrazinlösung bilden sich gelbbraune amorphe zackige Schollen, die in 50 proz. Alkohol mit gelber Farbe leicht löslich sind, und die mit Wasser wiederum als Ballen, Schäume und feiner Niederschlag ausfallen.

Chinin und dessen Salze (Chlorhydrat, Sulfat) bilden dichte feintropfige Niederschläge bis zur Fällungsgrenze 1 Mol auf 16 000 Liter.

n/100 Chininsalzlösung bedingt bereits myelinartige Tropfenverschmelzung. Die Fällungen sind im Wasser schwerer löslich als die Coffeinniederschläge und dichter als jene. Ähnliche Fällungen ergaben Codein und dessen Salze, Morphin und andere Pflanzenalkaloide.

Alle diese Fällungen werden durch das Kation der fällenden Substanz bedingt und verändern sich beim Stehen an der Luft nicht. Hydroxylionen sind an ihrem Zustandekommen nicht beteiligt. Von Interesse ist ihre langsame Löslichkeit im Wasser und der Umstand, daß neuerlicher Zusatz der fällenden Substanz den Niederschlag wieder erzeugt. Damit ist es überaus wahrscheinlich gemacht, daß mit Coffein eine leicht dissoziierende Verbindung des fällbaren Stoffes entsteht, die in Berührung mit Wasser allmählich hydrolytisch gespalten wird in freies Coffein, welches leicht durch die lebende Plasmahaut nach außen entweichen kann, und in das fällbare freie gerbstoffartige Zellsaftkolloid, das auf neuen Coffeinzusatz die Tropfenausscheidung wieder zeigen muß. E. OVERTON[1]) hat für die in Rede stehenden Niederschläge schon vor längerer Zeit in einer trefflichen Studie auf die Wahrscheinlichkeit der obigen Deutung hingewiesen. Wenn nun die Hauptmasse der Fällung, aus einem polyphenolartigen Stoffe bestehend, dieses Verhalten zeigt, so kann man schwerlich den mitgerissenen anderweitigen Zellbestandteilen, wie Proteinen, Kohlenhydraten oder Lecithin irgendeine besondere Bedeutung in der Erklärung der intravitalen Fällungserscheinungen einräumen. Man wird im wesentlichen das Richtige treffen, wenn man ausschließlich die Fällungsverhältnisse der gerbstoffartigen Substanz im Auge behält.

Echeveria-Zellen zeigen in nicht zu verdünnten Lösungen freier aliphatischer Amine allgemein dichte Ausfällungen, welche binnen 24 Stunden dunkelbraun bis schwarz werden und in Wasser unlöslich sind. Die Fällungsgrenze ist für Methylamin n/400, für Trimethylamin derselbe Wert, für Triäthylamin unter n/1600, für Propylamin unter n/100. Die salzsauren Salze von Trimethylamin, Äthylamin, Tetramethylammoniumhydroxyd erzeugten keinen Niederschlag. Daß diese Salze unwirksam sind, erklärt sich durch den Umstand, daß die Chlorhydrate wie die anderen Salze mit starken Säuren bei diesen Aminen zu wenig hydrolytisch gespalten sind, als daß die zur Fällung nötige Menge der freien Base vorhanden wäre.

Die von OVERTON vertretenen Grundanschauungen stehen auch mit den Tatsachen in Einklang, welche sich bezüglich der fällenden Wirkung der inorganischen Metallbasen ergeben. Es gelang mir nicht, Fällungen mit verdünntem Kalium- und Natrium-

1) E. OVERTON, Über die osmotischen Eigenschaften der Zelle in ihrer Bedeutung für die Toxikologie und Pharmakologie, mit besonderer Berücksichtigung des Ammoniaks und der Alkaloide. Zeitschr. f. physikalische Chemie Bd. 22, S. 189, 1897.

hydroxyd, oder mit Natriumbicarbonat, hervorzurufen. Erst Lösungen oberhalb der Konzentration n/50—n/64 erzeugen eine feintropfige Fällung mit grünlicher und brauner Verfärbung, welche nach 24 Stunden sich so darstellt, daß auf hellbraunem Grunde der Zellinhalt durch einen dunkleren körnigen Niederschlag gebildet wird. Verdünntere Lösungen fällen überhaupt nicht, sondern erzeugen bloß einen rosa Ton im Zellsaftraum. Dies beruht darauf, daß die Na- und K-Ionen nur langsam und schwer die Plasmahaut durchdringen. Erst wenn in höherer Konzentration die Metallionen nach rascher Tötung des Protoplasmas durch die Base reichlich eindringen, ist eine Fällung des Gerbstoffes durch dieselben möglich. *Spirogyra* verhält sich ebenso wie *Echeveria*. Nirgends tritt Fällung durch verdünnte Natron- oder Kalilauge ein. Wohl erfolgt sofort Fällung, wenn man etwas Ammoniak hinzufügt. Aus den dargelegten Gründen erhält man mit den Neutralsalzen des Kalis und Natrons nie einen Niederschlag in den gerbstoffhaltigen Zellen. Die Plasmolysengrenze findet man für *Echeveria* zwischen n/100 und n/50 Kalisalpeter. Cyankalium erzeugt für sich allein niemals Fällung, offenbar weil die Metallionen ungenügend eindringen. Auf Ammonzusatz oder Zusatz eines Ammoniaksalzes entsteht sofort eine dichte Fällung.

Daß freies Ammoniak ein ausgezeichnetes Fällungsmittel für unsere Objekte darstellt, ist seit CH. DARWIN bekannt. Doch entsteht ein Niederschlag nur dann, wenn die Lösung verdünnter als n/50 ist. In konzentrierten Ammoniaklösungen werden die Zellen gelbgrün, hyalin, schließlich glasig-rotbraun, augenscheinlich durch die Veränderung des Gerbstoffes durch Oxydation in der alkalischen Flüssigkeit. In solchen Zellen läßt sich durch Coffein kein Niederschlag mehr erzielen. Ammoniakkonzentrationen unter n/50 erzeugen eine dichte feintropfige oder moosartige Fällung, die binnen 1 Tag schwarzbraun und grobkörniger wird. Diese Reaktion auf Ammoniak ist weit empfindlicher als die bekannte NESSLERsche Probe mit alkalischem Jodquecksilberkalium. Letztere Reaktion versagt bei einer Verdünnung von 1 Mol auf 5000 Liter, während man bei *Echeveria* und *Spirogyra* noch bis etwa 15 000 Liter Verdünnung eine Gerbstoffällung sicher erhält. Die Löslichkeitsverhältnisse der Gerbstoff-Ammoniakverbindung sind andere als jene der Coffeinfällung. Im Gegensatze zu letzterer löst sich die Ammoniakfällung in Alkohol nicht sofort; sie ist in Wasser, wenn das Ammoniak nicht zu lange eingewirkt hat, binnen 20 Stunden löslich. In Säuren, etwa n/5 Schwefelsäure, löst sich der Ammoniakniederschlag rasch auf und läßt sich durch Einlegen in Ammoniak

sofort wieder neu erzeugen. Die Coffeinfällung löst sich in so verdünnten Säuren langsamer, in stärkeren Säuren jedoch, wie schon O. LOEW fand, rasch. Behandelt man die mit Ammoniak ausgefällten Schnitte mit Coffein, so entsteht eine stark grüne Färbung, wahrscheinlich eine Doppelverbindung des Gerbstoffes mit Ammoniak und Coffein, nach Analogie des chlorogensauren Kalicoffeins in Kaffeebohnen (GORTER). Die Ammoniakniederschläge haben nie eine bedeutendere Tropfengröße.

Im Gegensatze zu den Angaben anderer Autoren kann ich nicht finden, daß alle Ammonsalze die intravitale Fällung erzeugen. Bei *Echeveria*, *Saxifraga*, *Spirogyra* entsteht durch Ammonchlorid oder Ammonsulfat bei keiner Konzentration zwischen 3n und n/10 000 ein Niedorschlag. Dieser tritt aber sofort auf, wenn man zu der Salzlösung freies Ammoniak zusetzt, etwa bis zur Stärke n/500 oder n/1000. Diese Reaktion läßt sich benützen, um durch die Veränderung der Fällungsgrenze für Ammoniak zu zeigen, daß in einer Lösung von Ammoniak in Ammonsalz, z. B. Salmiak, die Ammoniak-Ionenkonzentration geringer sein muß als ohne Gegenwart des Ammonsalzes. Man erzielt in einer n/20 Lösung von Salmiak mit n/10 000 Ammoniak keine Fällung mehr, während die selbe Menge Ammoniak in Wasser gelöst noch einen deutlichen Niederschlag hervorruft. Ebenso ist das Ergebnis unter Verwendung von n/10 Ammonsulfat. Gleichzeitig wird hierbei gezeigt, daß die freien Ammon-Ionen das wirksame Agens bei der Gerbstoffällung sind. Auch mit Ammoniumnitrat allein konnte ich Fällungen nicht erzielen. Selbst Ammoniumacetat ist zu wenig hydrolytisch gespalten, um die zur Fällung nötige Konzentration von freier Ammoniumbase zu liefern. Das Acetat war in meinen Versuchen von 1/1 bis zu 1/32 768-Normallösung herab wirkungslos.

Natriumnitrat und Ammonnitrat, die für sich allein wirkungslos sind, erzeugen auch keine Fällung, wenn man sie in gleichem Volumen und gleicher Molekularkonzentration zusammen anwendet. Das sekundäre Natriumphosphat wirkt bei *Echeveria* nicht fällend; bei *Spirogyra* sah ich durch Konzentrationen von n/20 bis n/40 braune Körnchen nach 24 Stunden gebildet. Das sekundäre Ammoniumphosphat wirkt stärker, doch nicht fällend.

Bei *Echeveria* entsteht bei Anwendung von Konzentrationen zwischen n/20 und n/40 Trübung und Violettfärbung des Zellsaftes, *Saxifraga*-Zellen werden durch n/80 etwas mehr violett. *Spirogyra*-Zellen leiden, zeigen jedoch keine Fällung. Mischt man gleiche Volumina aequimolekularer Lösungen beider Salze, so wird die Wirkung bedeutend verstärkt. n/20 erzeugt bei *Echeveria*

Violettfärbung und Niederschlag, bei *Spirogyra* eine feine doch nicht reichliche Fällung. n/40 färbt *Echeveria*-Zellen stark violett, erzeugt in *Spirogyra* wenig Niederschlag. Schwächere Lösungen sind ohne Wirkung. Noch besser ist der Erfolg bei Anwendung des käuflichen Natrium-Ammoniumphosphats (Phosphorsalz) $NaH(NH_4)PO_4 + 4H_2O$. n/20 und n/40 bedingen bei *Echeveria* schwarze Fällung in 24 Stunden, bei *Spirogyra* einen bräunlichen mäßig reichlichen Niederschlag; n/80 zeigt die Reaktion schwächer, wobei *Echeveria* violette Färbung gibt, und *Saxifraga* Blaufärbung des Anthokyans; n/160 gibt nur bei *Echeveria* etwas Violettfärbung; n/320 ist ohne Wirkung. Man kann aus diesem Versuche schließen, daß das Doppelsalz mehr freie Ammoniumbase durch hydrolytische Spaltung liefert als das Ammoniumphosphat allein. Die ungemein weitgehende fällende Wirkung des stark dissoziierten und hydrolytisch gespaltenen Ammoncarbonates bedarf hier keiner weiteren Erörterung. Bemerkt sei nur, daß das zugehörige Amid, der Harnstoff, unwirksam ist.

Hinsichtlich der Wirksamkeit der Erdalkalien weichen meine Beobachtungsresultate gleichfalls etwas ab von den Angaben früherer Beobachter. Calciumhydroxyd erzeugt bei *Echeveria* innerhalb der Konzentrationen n/30 bis etwa n/1000 Fällungen. In n/30 $Ca(HO_2)$ tritt die Fällung nach einer Stunde ein, ist stark, feintropfig, in Bräunung übergehend. Am folgenden Tage sieht man reichlichen braunen Niederschlag. Die Fällung ist bemerklich schwächer bei Anwendung von n/500, und nur teilweise braun. Diese Niederschläge sind im Wasser noch schwerer löslich als die Ammoniakfällung. Bei *Spirogyra* liegen die Fällungsgrenzen zwischen n/30 (reichlich) und n/500 (spärlich); die Niederschläge lösen sich binnen 24 Stunden in Wasser.

Bariumhydroxyd gibt von n/10 bis n/500 reichlich braunwerdende Fällung in *Echeveria*-Zellen, und sehr spärliche Niederschläge wurden noch bis zu Verdünnungen auf 2000 Liter gesehen. Bei *Spirogyra* sind die Fällungsgrenzen dieselben.

Die Neutralsalze der Erdalkalien sind unwirksam, selbst die Acetate fällen nicht. Somit durchdringen die Calcium- und Bariumionen die Plasmahaut genügend rasch, um den Gerbstoff gut zu fällen. Die Neutralsalze dieser starken Basen sind hingegen zu wenig hydrolytisch gespalten, um die zur Fällung nötige Konzentration an freien Metall-Ionen und Hydroxyl zu liefern.

Es ist nun interessant, mit diesen Stoffen die höherwertigen schwächer basischen Metalle zu vergleichen, z. B. Aluminium, von dem man den zu erwartenden Effekt theoretisch auf Grund unserer

hier vertretenen Ansichten voraussagen kann. Das dreiwertige Aluminiumion bildet bekanntlich Salze, welche in wässerigen Lösungen alle meßbar hydrolytisch gespalten sind. Deshalb reagieren die Salze mit starken Säuren, wie das Sulfat und Chlorid, sauer auf Lakmus. Derartige Salze geben keine Fällung des Gerbstoffes in *Echeveria*-Zellen. Aluminiumacetat erzeugt hingegen schon bis zu n/320 herab reichlichen feinen bräunlichen Niederschlag. Dies ist vorauszusehen angesichts der geringen Stärke der Essigsäure und der starken hydrolytischen Spaltung des Salzes, wozu die steigende Unlöslichkeit der Metallsalzniederschläge mit zunehmender Wertigkeit der Metallionen kommt.

Der *Echeveria*-Gerbstoff gibt mit Schwermetallsalzen z. B. Kupfer, Eisen, Quecksilber in Wasser unlösliche Fällungen. Der Reaktionsmechanismus ist dem Gesagten zufolge ohne weiteres verständlich. Reversibel sind diese Reaktionen alle nicht.

Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität, Prag.

25. F. Czapek: Versuche über Exosmose aus Pflanzenzellen.

(Eingegangen am 23. Mai 1910.)

Die Studien, von welchen diese vorläufige Mitteilung handelt, nahmen ihren Ausgangspunkt von den intravitalen Gerbstofffällungen durch Coffein und Ammoniak, welche, wie O. LOEW[1]), L. KLEMM[2]) und andere Autoren übereinstimmend gefunden haben, nur bei intakten lebenden Zellen zu erhalten sind. Streng genommen ist nun diese Behauptung nicht richtig, und sie trifft nur unter der Voraussetzung zu, daß man unter der als „Aggregation" bezeichneten Erscheinung ausschließlich nichts anderes als die Entstehung der großen Myelintropfen durch Coffein in *Echeveria*-zellen, oder der großen durch Anthokyan rot gefärbten Tropfen bei *Saxifraga* und die analogen anderen Vorkommnisse versteht. Solche Bilder sieht man allerdings nur in lebenden Zellen. Hingegen erhält man feinkörnige Coffeinfällungen, braune Trübungen

1) O. LOEW u. Th. BOKORNY, Botan. Zeitg. 1887, S. 849, BOKORNY, Jahrbüch. f. wiss. Botanik Bd. 18, S. 194, 1887, ibid. Bd. 20, S. 427, 1889.

2) P. KLEMM, Flora 1892, S. 397.

durch Coffein oder Ammoniak auch bei Zellen, die sicher tot sind. Wenn KLEMM angibt, daß Chloroformierung die Fällungsreaktion nicht hemmt, so hat er wohl die letzteren Vorkommnisse im Auge. Normale Myelinfällung durch Coffein erhält man jedoch an chloroformierten *Echeveriaz*ellen nicht mehr.

Sicher handelt es sich aber nur um graduelle Unterschiede bei allen diesen Fällen, wie man auch bei der Ausfällung von Tannin durch Coffein deutlich ersehen kann. Sehr konzentrierte Tanninlösungen geben mit etwas Coffein myelinartige Tropfenfällungen. Setzt man nun allmählich etwas Alkohol zu, so wird die Fällung feintropfig. Die Tropfen werden immer kleiner, bis sie nur als Trübung sichtbar sind und bloß im Ultramikroskop als einzelne Teilchen unterscheidbar werden. Solche ultramikroskopische Fällungen sind im auffallenden Lichte bläulichweiß, im durchfallenden aber bräunlich, etwa wie das Milchglas einer elektrischen Bogenlampe.

In den Zellen sind nun die Verhältnisse offenbar so aufzufassen, wie schon PFEFFER[1]) vermutete, als er an Exosmose dachte, um die Differenzen zwischen lebenden und toten Zellen hinsichtlich der Gerbstoffausfällung zu erklären. Offenbar reicht nur die hohe Konzentration des gerbstoffreichen Zellinhaltes in Zellen mit intakter Plasmahaut aus, um die myelinartigen Niederschlagsformen mit Coffein zu gestatten. Wird die Plasmahaut durch Tötung der Zelle mehr oder weniger leicht für den Gerbstoff durchlässig, so ist die Konzentration zur Erzeugung der Myelinformen nicht mehr hinreichend, sondern es sind nur feine Niederschläge oder braune Trübungen erhältlich. Ja, schließlich treten nur leicht hellbraune Färbungen oder gar keine Reaktion mit Coffein ein. Die Fällung mit Ammoniak ist nach meinen Erfahrungen noch leichter zu verhindern, als die Ausfällung der massigen Coffeingerbstoff-Niederschläge. Man kann diese Vorgänge leicht an chloroformierten *Echeveriaz*ellen studieren. 5—10 Minuten Chloroformeinwirkung, ja selbst einstündige Chloroformnarkose verhindern den Eintritt der Coffeinfällung noch nicht. Myelinformen entstehen unter solchen Verhältnissen wohl nicht, jedoch feintropfige Fällungen. Nach 24stündiger Chloroformierung aber bleiben die Zellen auf Coffeinzusatz hell oder gelblich, zeigen keine Spur von Niederschlag, weil der Gerbstoff bis auf ganz geringe Reste, welche durch die Eisenreagenzien angezeigt werden, herausdiffundiert ist. Ebenso wirkt Äther, Alkohol, Aceton usw.

1) W. PFEFFER, Flora 1889, Bd. 72, S. 46.

Sehr geeignet sind zum Studium der Abhängigkeit des Eintrittes der intravitalen Fällungsreaktion von der Durchlässigkeit der Plasmahaut Versuche mit Säuren.

Übereinstimmend kann man konstatieren, daß diese Wirkung von der Stärke der Säure, sowie von der angewendeten Konzentration abhängig ist. Es spielt aber außerdem, wenigstens bei den verdünnten Säuren, die Zeit eine Rolle für den Effekt, indem es bei Zimmertemperatur 14—18 Stunden in der Regel bedarf, ehe der definitive Gleichgewichtszustand erreicht ist. Es handelt sich somit nicht um Reaktionen zwischen Ionen, sondern um Molekularreaktionen mit meßbarer Geschwindigkeit. Man kommt so bei jeder Säure zu mehreren Stadien der Wirkungsintensität. Höhere Konzentrationen hemmen die Ammoniakfällung vollständig. Die mit Wasser ausgewaschenen Schnitte werden mit n/500- oder n/1000-Ammoniak nur glasig durchsichtig; sie geben jedoch mit Coffein einen sehr feinen deutlichen Niederschlag. Bei der Prüfung verschiedener Säuren: Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Oxalsäure, Essigsäure, Apfelsäure, Weinsäure, Zitronensäure, Milchsäure, Fumarsäure und Salicylsäure ergab sich übereinstimmend, daß diese Wirkung bei steigender Verdünnung bei einer Konzentration von 1 Mol auf 6400 Liter ihren kritischen Punkt erreicht. Schwächere Konzentrationen als n/6400-Säure hemmen die Ammoniakfällung nicht mehr, und die Schnitte geben nach 24stündiger Säurebehandlung eine myelinartige normale Coffeinfällung. Da sich alle untersuchten Säuren gleich verhalten, so ist anzunehmen, daß es sich hierbei um eine spezifische Wirkung des Wasserstoff-Ions auf die Durchlässigkeit der Plasmahaut handelt.

1896 haben nun L. KAHLENBERG und R. H. TRUE[1]) Studien über die Giftwirkung von Säuren auf Keimwurzeln veröffentlicht, welche ergaben, daß das Wachstum der Wurzeln durch alle stärker dissoziierten Säuren bei derselben molekularen Konzentration erlischt. Es ist nun für uns von hohem Interesse, daß der von diesen Autoren gefundene Grenzwert derselbe ist, wie derjenige in unseren Versuchen über die Permeabilität der Plasmahaut, nämlich n/6400. Diese Übereinstimmung zeigt uns, daß die Wachstumshemmung durch Säuren wahrscheinlich mit dem Auftreten abnormer Durchlässigkeit der Plasmahaut und den dadurch bedingten Turgorstörungen im Zusammenhange steht. Das von den beiden amerika-

1) L. KAHLENBERG und R. H. TRUE, Journal American Med. Assoc. 1896, 18. July. Botanic. Gazette, 1896, Vol. 22, p. 81.

nischen Forschern erhaltene Ergebnis wird demnach durch unsere Versuche klar und physiologisch verständlich. n/6400-Säure ist übrigens nicht die tatsächliche Giftigkeitsgrenze, sondern es werden die Zellen von *Echeveria* bereits durch noch schwächere Konzentrationen bei protrahierter Einwirkung geschädigt, allerdings ohne die ausgeprägte abnorme Permeabilität der Plasmahaut. Bei *Spirogyra* liegt die Grenze der normalen Coffeinfällung und der Ammoniakfällung gleichfalls bei den mit n/6400-Säure vorbehandelten Zellen. Hier ist es nicht nötig, die Säure wie bei *Echeveria* 24 Stunden lang einwirken zu lassen, sondern der Gleichgewichtszustand stellt sich rascher ein.

Das Ausbleiben der Fällungen nach Behandlung der Zellen mit Säuren bis zur Grenze n/6400 ist sicher verursacht durch Exosmose und Verdünnung des Zellinhaltes nach Störung der normalen Semipermeabilität der Plasmahaut. Um dies zu beweisen, extrahierte ich Schnitte (für jede Probe etwa die ganze Blattoberfläche eines *Echeveria*blattes durch Flächenschnitte abgetrennt) mit verschieden starker Säure durch 24 Stunden. Die Proben wurden mit Natriumbikarbonat neutralisiert, durch Eindampfen auf ein geringes Volumen reduziert, und sodann nach dem Erkalten mit 1 Tropfen n/10-Eisenchlorid geprüft. Die in Wasser liegenden Schnitte und die Schnitte, die in Säure bis zu n/6400 lagen, ergaben keine Spur von Eisenreaktion in ihrem Extrakt. Bei n/1000-Säure war eine Spur der Gerbstoffreaktion da, bei den höheren Konzentrationen aber deutliche Bläuung. Kontrollproben, die sich dadurch unterschieden, daß die Schnitte $^1/_4$ Minute lang aufgekocht wurden, um die Plasmahaut zu töten, ergaben sowohl in Wasser liegend, als in sämtlichen Säurekonzentrationen starke Eisenreaktion in ihrem Extrakt.

Worauf nun die Permeabilitätsänderung der Plasmahaut durch Säuren oberhalb n/6400 beruht, läßt sich schwer sagen mangels genügender Einengung der Fragestellung. Vielleicht spielen Verseifungen eine Rolle (manche andere Tatsachen scheinen darauf hinzudeuten), vielleicht Ausfällung von Kolloiden, vielleicht, und dies ist mir vorläufig das wahrscheinlichste, sind Veränderungen der berührenden Oberflächen in den kolloiden Systemen der Plasmahaut im Spiel, was ebensogut verseifende, als fällende Wirkungen betreffen kann.

Diese Erfahrungen fordern mich auf, weiteren Erscheinungen nachzugehen, welche die Hemmung der Gerbstoffällung durch Exosmose des Gerbstoffes aus den Zellen betreffen. Wenn man die Schnitte nach ihrer Herstellung behufs Beseitigung der Gerb-

stoffspuren aus den angeschnittenen Zellen tüchtig mit Wasser auswäscht, so geht später keine Spur von Gerbstoff an Wasser über und die Coffeinfällung bleibt großmyelin. Kocht man jedoch die Schnitte mit Wasser auf, so geht der Gerbstoff binnen Tagesfrist so vollständig aus den toten Zellen heraus, daß sie in Coffein absolut farblos und niederschlagsfrei bleiben. Die Extraktflüssigkeit aber gibt eine starke blauviolette Eisenreaktion. Behandlung der Schnitte mit kaltem 96 proz. Alkohol durch 24 Stunden entzieht so viel Gerbstoff, daß die Schnitte 24 Stunden in Coffein liegend nur opakbraun werden, und der Alkohol nimmt viel Gerbstoff auf. Bei Anstellung der Gerbstoffreaktion hat man hier wie in ähnlichen Fällen zu beachten, daß der Alkohol vor Zufügen des Eisenchlorids verjagt sein muß, weil sonst die Reaktion gehemmt wird. Kurzes Aufkochen der Schnitte in 96 proz. Alkohol ändert an diesem Ergebnis nichts. Wendet man aber 50 proz. Alkohol an, so geht nach kurzem Aufkochen und 24stündigem Stehen so gut wie der ganze Gerbstoff aus den Zellen heraus, und die Zellen erscheinen wie nach Behandlung mit kochendem Wasser in Coffein niederschlagfrei und farblos. Auch Behandlung mit kaltem 50proz. Alkohol entzieht viel Gerbstoff, so daß die Coffeinreaktion hellbraun bis opakbraun ausfällt. In Methylalkohol geht gleichfalls viel Gerbstoff. Glyzerin, 40 pCt., entzieht in 24stündiger Einwirkung den Schnitten so viel Gerbstoff, daß die Coffeinreaktion nur wenige braune Zellen ergibt und das Extrakt starke Eisenreaktion zeigt. Glyzeringegenwart hemmt die Eisenreaktion nicht. Chloralhydrat n/2 entzieht binnen 24 Stunden so viel Gerbstoff, daß die Zellen nur hellbraune Coffeinreaktion geben. Alkohol-Äther (gleiche Teile gemischt) bedingt durch 24stündige Einwirkung, daß die Coffeinreaktion opakbraun ausfällt, und das gleiche Ergebnis erhält man durch Behandlung der Schnitte mit Alkohol-Chloroform oder mit Azeton. In allen drei Fällen gibt das Extrakt nach Eindampfen und Aufnehmen mit Wasser eine starke Eisenreaktion.

Ferner entzieht auch Einlegen in Phenollösungen den Schnitten Gerbstoff durch Exosmose und Schädigung der Plasmahaut. n 2-Karbolsäure ergibt absolut negative Reaktion der mit Coffein behandelten Schnitte. Ebenso bewirkt Coffein nach Behandlung der Schnitte mit Resorzin (n/1) und Pyrogallol (n/1) nur in wenigen Zellen Braunfärbung. Hier kann man natürlich das Extrakt nicht in der üblichen Weise mit Eisenchlorid auf Gerbstoff prüfen. Die Jodjodkaliumfällung wird durch die Gegenwart der Phenole gleichfalls gehemmt, was übrigens auch von Chloralhydrat gilt.

KLEMMs[1]) Erfahrung, daß chloroformierte Schnitte die Coffeinreaktion noch immer zeigen, steht mit den hier mitgeteilten Tatsachen nur scheinbar im Widerspruch. Vor allem wird in KLEMMs Arbeit nicht gesagt, ob die feintropfigen und opakbraunen Niederschläge mit Coffein noch als normale Coffeinprobe gelten oder nicht.

Die Chloroformwirkung läßt sich bedeutend erhöhen, wenn man vorher auf die Schnitte ganz kurze Zeit 96proz. Alkohol einwirken läßt. Dann ist selbst nach wenigen Minuten der Chloroformeinwirkung keine Coffeinreaktion mehr zu erzielen. Analog verhält es sich mit anderen wasserunlöslichen Narcoticis, wie Benzin, Schwefelkohlenstoff, Benzol. Äther hemmt die Coffeinreaktion viel leichter; auch ohne vorhergehende Alkoholbehandlung vernichtet Ätherisieren der Schnitte die Coffeinreaktion binnen 10—15 Minuten. Bei Chloroform muß man aber viele Stunden warten, ehe die Gerbstoffexosmose so stark geworden ist, daß die Coffeinreaktion gar nicht mehr gelingt.

Diese Erfahrungen lenkten mein Interesse vorzüglich deshalb auf sich, weil unter den Stoffen, welche die Plasmahaut so angreifen, daß erhebliche Gerbstoffexosmose stattfindet, hervorragend viele organische Lösungsmittel für Fette sich befinden. Selbst die Säureeinwirkung könnte als Verseifung von Fetthäutchen gedeutet werden. So mußten zunächst die Konzentrationsgrenzen festgestellt worden, innerhalb welchen die einzelnen Stoffe die Permeabilität der Plasmahaut ändern. Naturgemäß mußten sich diese Versuche auf die wasserlöslichen Substanzen beschränken.

Die kritische Konzentration ist in allen Fällen leicht festzustellen, da oberhalb derselben die Coffeinfällung nur hellbraun, opakbraun oder feintropfig ausfällt, nach Überschreitung derselben der Coffeinniederschlag aber sofort sein normales myelinartiges, so leicht kenntliches Aussehen gewinnt. *Spirogyra* ist für diese Versuche ungeeignet, da sie zu empfindlich ist. *Echeveria* ist aber sehr gut. Trefflich ist jedoch auch die behaarte Blattstiel-Epidermis der *Saxifraga sarmentosa*, weil hier der Anthokyangehalt zu Hilfe kommt. Während oberhalb der kritischen Konzentration alle Zellen entfärbt und höchstens mit feinem Niederschlag erfüllt erscheinen, werden die Zellen nach Erreichung der Grenze sehr auffallend durch die großen durch Anthokyan rot tingierten Tropfen des Coffein-Niederschlages. Ferner verwendete ich in vielen Versuchen auch die Blattstiel-Epidermis einer rotgefärbten *Acer*art, die leider unbestimmt geblieben ist.

1) P. KLEMM, Flora 1892, S. 397.

Die Schnitte blieben 20—24 Stunden in der zu untersuchenden Lösung, wurden sodann mit Wasser kurz abgewaschen und kamen in einen Tropfen n/100 Coffein in die feuchte Kammer auf den Objektträger für weitere 24 Stunden, worauf das Resultat notiert wurde.

Die Lösungen müssen möglichst genau hergestellt werden, da oft schon geringe Konzentrationsdifferenzen sich in ihrer physiologischen Wirkung sehr unterscheiden, wie bei den höheren Alkoholen. Man hat die flüssigen Ausgangsmaterialien in der Bürette abzumessen und in einem Meßkölbchen die gewünschte Verdünnung scharf herzustellen. Die fertigen Lösungen müssen in gut schließenden Glasflaschen aufbewahrt werden, und man hat wie bei plasmolytischen Versuchen darauf zu sehen, daß die Schnitte mit einer relativ sehr großen Flüssigkeitsmenge zusammengebracht werden, um den unvermeidlichen Fehler, welcher durch den Wassergehalt des Schnittes entsteht, möglichst gering zu machen.

Chloralhydrat hemmt oberhalb 3 pCt. oder n/8 die Coffeinreaktion. Dieser Stoff hat (auf die Wichtigkeit der Oberflächenspannungsverhältnisse für unsere Frage komme ich bei den Alkoholen zurück) die Eigenschaft, die Oberflächenspannung des Wassers nur unbedeutend zu erhöhen.

Glyzerin hemmt die Fähigkeit der Zellen, myelinartige Coffeinniederschläge zu geben bis zu etwa 25 Volumprozente Konzentration. Bei 20 pCt. Glyzeringehalt scheint keine wesentliche Exosmose von Gerbstoff mehr aus den Zellen stattzufinden. Auch Glyzerinlösungen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Oberflächenspannung nur wenig von Wasser. Zu den Lipoidlösungsmitteln zählt das Glyzerin nicht, es löst Olivenöl nicht merklich. Trotzdem weiß man aber seit langer Zeit, daß Glyzerin die Plasmahaut leicht und rasch durchdringt, was auch mit unseren Erfahrungen über Gerbstoffexosmose übereinstimmt.

Was die Phenole anbetrifft, so hemmt Karbolsäure die Fähigkeit der Zellen, Coffeinfällung normal zu geben bis zu einer Konzentration von n/16 oder 0,58 pCt. Stärkere Lösungen 24 Stunden angewendet, lassen den Gerbstoff so weit herausdiffundieren, daß die Reaktion absolut negativ ist. Für Resorcin liegt die Grenze höher, etwa unter n/4 oder 2,75 pCt. Für Pyrogallol fand ich als Grenzwert zwischen 3,9 und 3,1 pCt. Letztere Konzentration ist n/4. Somit wirken die mehrwertigen Phenole schwächer als die einwertige Karbolsäure. Die Oberflächenspannung wird durch Phenole nur unbedeutend beeinflußt, und

diese Differenzen können zur Erklärung der Giftwirkung nicht in Betracht kommen. Hier scheint es sich wesentlich um physiologische Einflüsse der Substanzen zu handeln, die in deren chemischer Konstitution begründet sind.

Die größte Mehrheit derjenigen Stoffe, welche in großer Verdünnung bereits nennenswerte Gerbstoffexosmose erzeugen, gehört zu den Gruppen der aliphatischen Alkohole, Ester, Aldehyde, Ketone usw., somit zu den lipoidlöslichen Substanzen, die nach OVERTONs Feststellungen die Plasmahaut überaus leicht durchdringen. Es war mir nun speziell hier von größtem Interesse, die Konzentration kennen zu lernen, welche eben noch merkbare Gerbstoff-Exosmose hervorrufen, eine Reaktion, welche mit Hilfe der Coffeinprobe sehr scharf kontrolliert werden kann. Bei den meisten Alkoholen war die Grenze in Intervallen von 1 Volumprozent, ja bei den höheren Alkoholen selbst bis zu 0,25 pCt. Intervall leicht zu bestimmen. Es übertrifft diese Art der quantitativen Alkoholbestimmung in vielen Fällen bedeutend die üblichen analytischen Methoden an Exaktheit. Diese stufenweise Exosmose ist nun nicht etwa allein durch die ungleiche Löslichkeit der Gerbstoffcoffeinverbindung in verschiedenen Alkoholkonzentrationen bedingt. Denn schickt man in einem Kontrollversuche bei *Echeveria* oder *Spirogyra* eine einstündige Einwirkung einer gesättigten Chloroformlösung in Wasser voraus, so ist nach der darauffolgenden 24stündigen Behandlung mit Alkohol, etwa Äthylalkohol, zwischen den Grenzen von 8 und 17 Volumprozenten, keine Differenz zwischen den einzelnen Präparaten der Reihe in der Coffeinprobe wahrnehmbar. Die Coffeinreaktion besteht dann unabhängig von der Alkoholkonzentration höchstens aus einer hellbraunen Färbung. Präparate, die nicht mit Chloroform vorbehandelt wurden, zeigen hingegen myeline Coffeinfällung bis zu 11 Volumprozent scharf, höher hinauf nur mehr feintropfige und opakbraune Reaktion. Während der einstündigen Chloroformierung diffundiert aber nur unbedeutend Gerbstoff aus den Zellen, die noch immer meist feintropfige Coffeinfällung geben. Bekanntlich erniedrigen die in Rede stehenden Stoffe fast sämtlich die Oberflächenspannung des Wassers in ihren Lösungen sehr stark, höhere Alkohole selbst schon in Spuren. Es war mir dementsprechend wichtig, auch diese physikalische Konstante vergleichend evident zu halten, als ich die Grenzwerte für die Gerbstoff-Exosmose feststellte. In der Tat erwies es sich bald, daß zwischen der Oberflächenspannungsgröße und der physiologischen Wirkung der Lösungen eine konstante Beziehung besteht. Jede Lösung von wasserlöslichen Alkoholen, primären, sekundären

und tertiären, gesättigten und ungesättigten, von Alkohol-Fettsäure-Estern, Ketonen erzeugt Gerbstoff-Exosmose nur dann, wenn die Oberflächenspannung der Lösung nicht mehr als 68—69 pCt. der Oberflächenspannung des Wassers beträgt (bei 15—19° C), vorausgesetzt, daß nicht sekundäre andersartige Giftwirkungen bereits bei geringeren Konzentrationen eintreten. Jedenfalls wird aber eine weitere Herabsetzung der Oberflächenspannung unter den genannten Betrag in keinem Falle ertragen. Alle konzentrierten Lösungen erzeugen Gerbstoff-Exosmose, alle verdünnteren erregen, wenn sie nicht anderweitig giftig wirken, keinen Austritt von Gerbstoff aus den Zellen. Dieses neue physiologische Gesetz enthält implicite die seit langem gemachte Erfahrung, daß die Giftwirkung der Alkohole mit dem Molekulargewicht beträchtlich steigt und erklärt diese Erfahrung sehr einfach. Denn die kritische Oberflächenspannung liegt für die Temperatur von 15—19° C bei Methylalkohol bei 15 Volumprozent, bei Äthylalkohol zwischen 10 und 11 pCt., bei Normal-Propylalkohol und Isopropylalkohol zwischen 4 und 5 pCt., bei n- und iso-Butylalkohol zwischen 1 und 2 pCt., bei Amylalkohol bei $^1/_2$ pCt. Dies sind auch die genauen Grenzen der Gerbstoffexosmose bei den von mir geprüften Objekten *Echeveria* oder *Saxifraga* bei der Alkoholeinwirkung. Es ist jedoch zu erwarten, daß sich andere Objekte ergeben werden, insbesondere denke ich an die Alkoholgärungspilze, für welche die kritische Oberflächenspannungsgrenze bedeutend höher liegt. Überaus interessant ist bei den Alkoholen die geringe Rolle, welche die chemische Konstitution bei der physiologischen Wirkung spielt. Sicher werden anderweitige Giftwirkungen durch den tertiären Butylalkohol und durch Allylalkohol hervorgerufen, die beide schon unter der kritischen Oberflächenspannungsgrenze giftig wirken.[1]) Man kann jedoch oft deutlich sehen, wie nach einigen Stunden in der Anthokyandiffusion sich ein vorübergehender Gleichgewichtszustand entsprechend der kritischen Oberflächenspannung in den betreffenden Proben der Versuchsreihe zeigt, und später auch unterhalb dieser Konzentration eine mehr oder weniger starke Anthokyan-Exosmose erfolgt. Ein gutes Beispiel für solche sekundäre Giftwirkungen ist auch die Essigsäure, welche bereits vor Erreichung der kritischen Konzentration durch ihre Eigenschaft als Säure die toxische Wirkung äußert. Für die Theorie der Narcotica dürfte

1) Vielleicht sind aber bei dem tertiären Butylalkohol nur Verunreinigungen im Spiel. Ein von KAHLBAUM bezogenes Präparat zeigte keinen Unterschied von den übrigen geprüften Alkoholen.

die Feststellung, daß eine große Anzahl derselben erst bei Erreichung einer bestimmten, für die betreffende Organismenart charakteristischen Oberflächenspannungsgröße toxisch wirkt, von besonderem Interesse sein. Zu diesen Substanzen gehören einmal die Alkohole der gesättigten Reihe mit normaler Kohlenstoffkette, dann aber auch Aceton und Essigsäureäthylester. Von den Estern sind anscheinend viele durch anderweitige Giftwirkungen ausgezeichnet, wie Methylacetat, Äthylformiat.

Jedenfalls haben wir es in der typischen Alkoholwirkung hauptsächlich mit einem Diffusionsphänomen zu tun. Der Gerbstoff kann nur dann mit seiner Exosmose beginnen, wenn seine Löslichkeit in der Plasmahaut und im äußeren Medium etwas größer ist als im Zellsaft. Hängt nun dieses Löslichwerden mit Veränderungen in der Oberflächenspannung in der alle drei Medien: Außenflüssigkeit, Plasmahaut, Zellsaft durchtränkenden Flüssigkeit zusammen, so darf man wohl behaupten, daß bei der kritischen Konzentration ein Ausgleich in der Oberflächenspannung von Plasmahaut und umspülender Lösung eingetreten ist.

Wäre die Plasmahaut ein chemisch und physikalisch homogenes Gebilde, so hätten wir mit unserer Methode ein Mittel gefunden, die Oberflächenspannung der Plasmahaut zu bestimmen. Doch ist es keinesfalls möglich, die die Diffusionsverhältnisse der lebenden Zelle so hervorragend beherrschenden Faktoren so einfach aufzufassen. Die Plasmahaut ist nach dem, was wir wissen, ein kompliziertes heterogenes kolloides System, in welchem, wie OVERTON wohl überzeugend dargetan hat, lipoidlösliche Stoffe eine bedeutsame Rolle spielen. Wenn nun nach Erniedrigung der Oberflächenspannung in der umgebenden Flüssigkeit die Plasmahaut für Zellinhaltsstoffe leicht passierbar wird, so kann dies mit Änderungen in den berührenden Oberflächen von Plasmahautkolloiden u. dgl. liegen. Vielleicht wird man jetzt nach und nach diese Fragen präziser fassen können.

Nach Erzielung dieser Resultate lag mir der Wunsch nahe, möglichst viele Pflanzenzellen hinsichtlich der Oberflächenspannungswerte zu untersuchen. Hierfür eignen sich nun nicht allein alle die zahlreichen Objekte, welche intravitale Coffeinfällung in den Zellen geben, sondern es läßt sich ganz gut jede Zelle mit durch Anthokyan gefärbtem Zellsaft zu diesen Versuchen heranziehen. Zu diesen Objekten zählt die Epidermis der Blattunterseite von *Tradescantia discolor* und *zebrina*, die rote Rübe, die roten Varietäten vieler anderer Pflanzen, die Haare von *Gynura* u. v. a. Bei *Tradescantia* scheint die kritische Oberflächenspannung niedriger zu

liegen als bei *Echeveria*, während bei den roten Haaren der Gesneracee *Sciadocallis* die Grenze höher liegen dürfte. Es ist im allgemeinen besser, die Entfärbung der Zellen mikroskopisch zu verfolgen, als sich an das Auftreten eines rötlichen Tones in der Flüssigkeit zu halten. Übrigens ist die rote Rübe auch im Wege der letztgenannten Reaktion als Demonstrationsobjekt zur Vorlesung ganz gut geeignet.

Selbstredend ist es wichtig, bei diesen Untersuchungen einen Apparat zur hinreichend genauen Bestimmung der Oberflächentension von Flüssigkeiten zu besitzen. Ich konstruierte mir zu diesem Zwecke einen handlichen Apparat, der auf dem Prinzipe des Durchdrückens einer Luftblase durch die Oberfläche der zu prüfenden Flüssigkeit beruht und welcher wesentlich eine Vereinigung der wirksamen Kapillare mit einem Wassermanometer darstellt. Dieses „Kapillarmanometer" soll in einer weiteren ausführlichen Mitteilung beschrieben werden. Ebenso muß ich hinsichtlich einer näheren Begründung und Diskussion des hier vorläufig mitgeteilten Gesetzes von der physiologischen Wirkung isokapillarer Lösungen auf diese nächste Publikation verweisen.

Prag, Pflanzenphysiologisches Institut der Deutschen Universität.

26. J. und W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan: Kleinere cecidologische Mitteilungen.

II. Über die Anatomie der Luftwurzeln von *Ficus pilosa* Reinw. und *F. nitida L.* var. *retusa* King und der von Chalciden auf denselben gebildeten Gallen.

(Mit 9 Figuren im Text.)

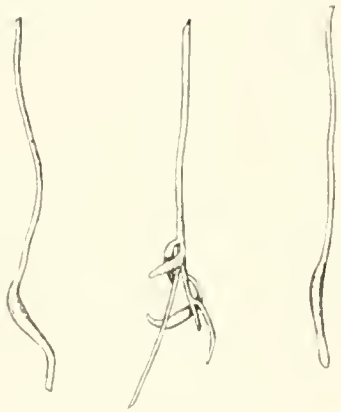
(Eingegangen am 24. Mai 1910.)

1. Einleitung.

Im Anfang des Jahres 1908 fanden wir zu Salatiga auf den Luftwurzeln von *Ficus nitida L.* var. *retusa* King viele Exemplare einer kleinen Galle. Nachher haben wir dieselbe Galle auch bei Tempoeran, bei Kemantran in der Nähe von Tegal und unweit Semarang gefunden. In unserem ersten Beitrag[1]) zur Kenntnis der

1) J. und W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan, Einige Gallen aus Java. Marcellia, Vol. VIII, 1909, Seite 26, Nr. 7.

javanischen Gallen haben wir diese bereits beschrieben, und später[1]) berichtigten wir, daß die dort beschriebene Galle nicht eine der obengenannten *Ficus*-Art, sondern eine solche von *F. pilosa* Reinw. war. Die richtige Beschreibung und auch eine Abbildung findet man dann auch in unserem zweiten Beitrage. Die Gallen sitzen an den dünnen Endabschnitten der meistens vielfach verzweigten Luftwurzeln, und bilden äußerst kleine Anschwellungen derselben. (Fig. 1.) In den meisten Fällen liegen einige, ja vielfach viele Gallen in ein oder zwei Reihen von oben nach unten dicht nebeneinander, so daß eine vielkammerige schwache Anschwellung der Wurzel entsteht. (Besonders leicht siehtbar ist dies, wenn die Tiere



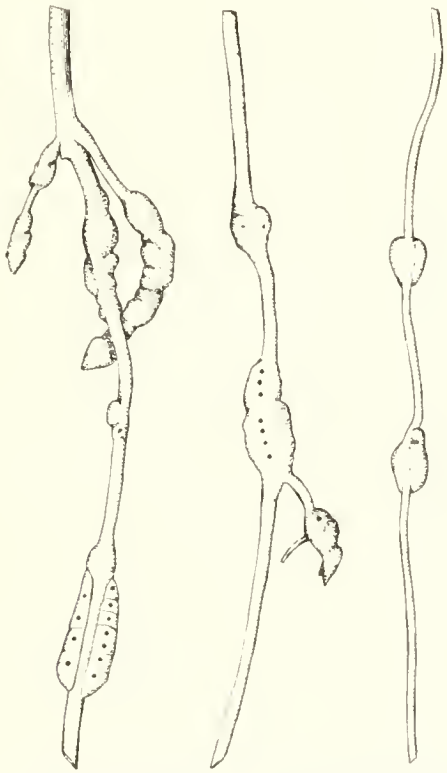
Figur 1. Gallen an den Luftwurzelenden von *Ficus retusa* L. var. *nitida* King. Nat. Größe.

die Gallen verlassen haben.) In den Monaten April und Mai haben wir reichliches Material sammeln und aufziehten können. Die Gallen kamen dann in allen Entwicklungsstadien in unseren Besitz. Die Wespen schlüpfen im Monat Mai und Anfangs Juni aus und sind äußerst zarte Tierchen. Irrtümlich haben wir früher die Wespe als eine Cynipide gedeutet. Herr Dr. J. BEQUAERT aus Aalst (Belgien), welchem wir die Tiere sandten, schrieb uns, daß es sich nicht um eine Cynipide, sondern um eine Chalcide (Isosomide?) handelte. Trotz aller erdenklichen Mühe gelang es uns nicht, diese Tiere zur Eiablage zu bringen. Verschiedene Gründe lassen uns zwar vermuten, daß wir hier ein Tier mit Generationswechsel vor uns haben. Die Gallen erscheinen am

1) idem, zweiter Beitrag, Marcellia VIII, Seite 86, Figur 18.

Ende der Regenzeit, und von Mai bis Januar findet man nur die von den Tieren verlassenen Exemplare. Einige Monate später waren an denselben Bäumen Tausende ebenfalls von einer Chalcide gebildeten Blattgallen zu finden. Leider sind unsere Zuchtversuche ganz mißlungen, so daß diese Frage noch ganz unaufgeklärt bleibt.

Die Galle an *Ficus pilosa* Reinw. wurde in unserem zweiten



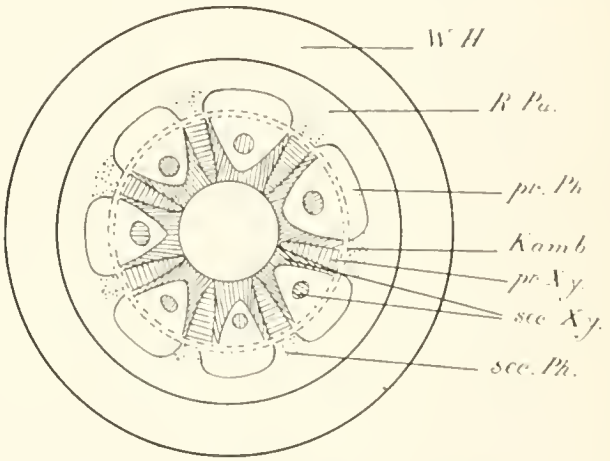
Figur 2. Gallen an den Luftwurzeln von *Ficus pilosa* Reinw. An einigen sind die Entschlüpfungslöcher der Wespen zu sehen. Nat. Größe.

Beitrag unter Nr. 40 erwähnt. Man beobachtet sie nicht an den Endabschnitten der Luftwurzeln, sondern an den etwas älteren Teilen. (Fig. 2.) Auch diese Gallen sitzen in zwei Reihen untereinander und bilden zusammen eine Anschwellung der Rinde. Die Form jeder einzelnen Galle ist bei beiden Arten verschieden. Bei *Ficus nitida* var. *retusa* ist jede Galle viel länger als breit, und auch die Larvenhöhle ist länglich. Bei *Ficus pilosa* aber ist jede einzelne Galle fast rund, selbst die Breite kann die Länge etwas übertreffen; die Gallenkammer ist bei dieser Art etwas kugelförmig. Da von der

Anatomie der normalen Luftwurzeln der *Ficus*-Arten unseres Wissens noch sehr wenig bekannt[1]) ist, wollen wir mit einer Beschreibung derselben anfangen und die Anatomie der Galle folgen lassen.

2. Anatomie der normalen Luftwurzeln.

Die Zipfel der jungen Luftwurzeln sind äußerlich von einer gut sichtbaren Wurzelhaube bedeckt. Dieser etwa 10 mm lange Teil ist gelblich gefärbt, während die älteren Wurzelteile braun sind. Diese Haube besteht, wie gewöhnlich aus Parenchymzellen mit vielen Interzellularen und wenig Inhalt. Die äußerste Schicht



Figur 3. Querschnitt durch eine junge Wurzel von *Ficus pilosa* Reinw. × 45.

bildet eine Epidermis. Indem die Haube am Vegetationspunkt der Wurzel fortwährend neu gebildet wird, werden im älteren Teil die innen liegenden Schichten von Zellen zusammengedrückt und braun. Diese Zellen sterben bald ab und damit verschwindet die Haube also an seinem äußeren Ende.

An einem Querschnitt durch eine Wurzelspitze (siehe Fig. 3) findet man gleich unter der Haube eine gutentwickelte Endodermis. Die Zellen dieser Schicht schließen fest aneinander und sind radial etwas länger geworden. Ihre radialen Wände sind dabei ein wenig verdickt. Innerhalb der Endodermis liegt eine gut erkennbare Zellenschicht, der Perizykel. Auch die Zellen des Perizykels schließen genau aneinander und liegen abwechselnd mit denen der

1) F. A. F. C. Went, Über Haft- und Nährwurzeln bei Kletterpflanzen und Epiphyten. Annales d. Jardin Botan. d. Buitenzorg, Vol. XII, 1894, S. 1.

Endodermis. Unter dem Perizykel folgen einige Schichten von Parenchymzellen, welche mehr regellos liegen, und innerhalb dieser findet man das Phloem. In den jüngsten Wurzelteilen besteht das Phloem noch aus verschiedenen Gruppen (pr. Ph.). Die äußeren Ränder dieser 5—8 Phloemgruppen werden von 2—3 Zellschichten dicker Bänder von zusammengedrückten Elementen gebildet. Diese stellen die Primalcriblane vor, auch in den älteren Wurzelabschnitten sind sie noch bequem aufzufinden.

In den zentripetal auswachsenden Phloemgruppen treten schon bald Fasern auf, welche regellos verbreitet liegen. Diese färben sich mit schwefelsaurem Anilin nicht, wohl aber mit Chlorzinkjod. Durch das letztere Reagens erhalten sie eine braungelbe Farbe. Die Wandverdickungen bestehen also, wie das immer bei den im Phloeme liegenden Bastfasern vorkommt, wohl aus einer Mischung von Holz und Zellulose.

Die primären Xylemstrahlen (pr. Xy.) liegen innerhalb des Phloemkreises und jede Gruppe abwechselnd mit einer Phloemgruppe. Sie bestehen aus langen Gefäßen, die in zwei radialen Reihen nebeneinander liegen und auch später bequem vom sekundären Xylem zu unterscheiden sind, da sie mit schwefelsaurem Anilin einen etwas anderen Farbenton annehmen als dieses. Bemerkenswert ist es, daß die primären Xylemgruppen nicht zwischen den Phloemgruppen liegen, wie das in den meisten Wurzeln der Fall ist, sondern einen Kreis innerhalb des Phloemkreises bilden. Das Kambium (Kamb.), das bald an der Innenseite der Phloeme und an der Außenseite der Xyleme entsteht, bildet dadurch sogleich einen ganz regelmäßig runden Kreis.

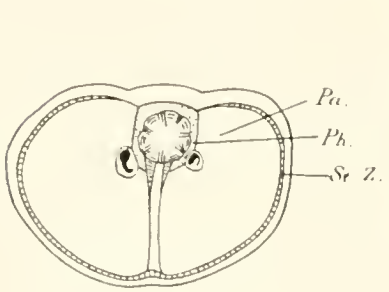
Bald wird nun das erste sekundäre Holz (sek. Xy.) gebildet, und hierbei differenzieren sich erst links und rechts von jedem primären Xylemstrahl neue Holzelemente, welche vornehmlich an der Innenseite der Wurzel am ehesten entwickelt sind und so einen Kreis von Holzelementen um das Mark herum bilden. Zu gleicher Zeit entsteht auch in jedem innerhalb eines Phloems liegenden Parenchymteil eine Gruppe von Holzelementen, so daß nach einiger Zeit nur einige Lagen von unverholzten Zellen, die Markstrahlen, übrig bleiben.

Das Kambium bildet nach innen Holz und nach außen Phloem. Im sekundären Phloem (sek. Ph.) entstehen viele Bastfasern, die einigermaßen regelmäßig in Schichten geordnet sind, die mit den Siebelementen abwechseln. Im Rindenparenchym entwickelt sich ein ungefähr zweischichtiges Band von Steinzellen. Die Zellen des Perizykels teilen sich tangential und bilden ein

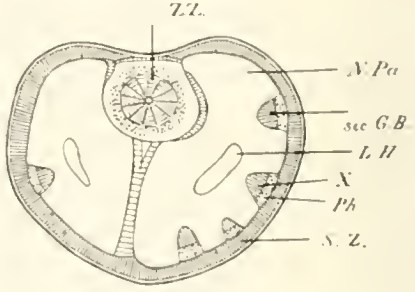
Kambium, ein Phellodenn. Aus diesem entsteht nach innen noch etwas Rindenparenchym und nach außen Korkgewebe.

3. Anatomie der Gallen.

Die beiden im ersten Abschnitt besprochenen Gallen zeigen im wesentlichen denselben Bau: allein bei *Ficus nitida* var. *retusa* tragen nur junge Wurzeln Gallen, während bei *F. pilosa* auch die älteren Wurzelabschnitte Gallen tragen können. Für die Beschreibung der Anatomie wollen wir die größeren Gallen auf *Ficus nitida* var. *retusa* nehmen und nachher die Unterschiede zwischen beiden Arten angeben.



4.



5.

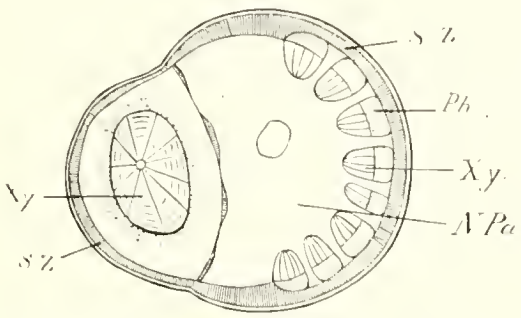
Figur 4. Querschnitt durch eine Luftwurzel von *Ficus pilosa* Reinw. mit zwei jungen Gallen. In jeder Kammer liegt ein Ei.
Figur 5. Querschnitt durch eine Luftwurzel von *Ficus pilosa* Reinw. mit zwei Gallen.

Die Tiere legen ihre Eier nicht sehr tief in dem Wurzelgewebe ab; nämlich in den Schichten des Rindenparenchyms, wobei das Phloem fast niemals geschädigt wird. Die Eier haben genau dieselbe Form, wie die der verschiedenen *Isosoma*-Arten, welche Gallen auf *Triticum* bilden[1]). Sie sind eiförmig mit einem Stiel am dicksten Ende und einem feinen Stachel auf der gegenübergestellten Seite. Dieser Stachel ist, soweit uns bekannt, noch nicht bei Cynipideneiern beobachtet worden. Noch in ziemlich großen Gallen kann man diese Eier auffinden (Fig. 4). Die Gewebe der Galle sind dann schon völlig differenziert. Aber auch in älteren Gallen

1) W. und J. Docters van Leeuwen-Reijnvaan, Üb. die Anat. u. Entw. einiger *Isosoma*-Gallen auf *Triticum repens* und *junceum* usw. Marcellia, Vol. VI, 1907, S. 77, Tafel 1, Figur 8 und 10.

bleibt der Durchschnitt der Larvenkammer im Verhältnis zu der Schwellung der Galle selbst sehr klein.

Die Galle entsteht aus den Rindengeweben, die das Ei einschließen. Der Zentralzylinder bleibt intakt und liegt später unverändert auf einer Seite der Schwellung. Sie entwickelt sich auch ganz normal weiter, das sekundäre Holz und das sekundäre Phloem bilden sich aus, und nachher hat auch sekundäres Dickenwachstum statt. Auch das Steinzellenband wird gebildet und formt sich zu einem geschlossenen Ring, obwohl dieser an der Seite der Galle bisweilen hier und da unterbrochen ist. Auch wenn zwei Gallen auf derselben Höhe nebeneinander gebildet worden sind, bleibt der Zentralzylinder unverändert, wie das aus den verschiedenen Fi-

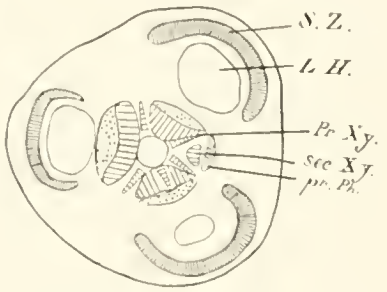


Figur 6. Querschnitt durch eine Luftwurzel von *Ficus pilosa* Reinw., mit einer älteren Galle. Viele sekundäre Gefäßbündel sind gebildet worden.

guren gut hervorgeht. Die eigentlichen Gallen bestehen fast immer aus Parenchymzellen. In den jungen Gallen liegt die Larvenkammer nicht im Zentrum der Anschwellung, sondern ganz nahe an dem Phloem (Fig. 4). Später aber liegt sie ungefähr zentral (Fig. 6) im Parenchym. Die Kammerwand wird von besonders großen Zellen gebildet, die nach der Seite der Höhle abgerundet und in dieselbe hervorwölbt sind. Diese großen Zellen haben keinen besonders reichen Inhalt; die übrigen Zellen der Galle enthalten vielmehr Protoplasma und bisweilen auch Öltropfen.

Das Parenchym der Galle wird an der Außenseite umgeben von einen gleichen Band von Steinzellen (Fig. 5 und 6 S.-Z.), wie sie im Rindenparenchym der älteren normalen Wurzeln liegen und die auch zwischen dem Zentralzylinder und dem Gallengewebe vorkommen. Dieses äußere Band aber wird zumal später viel dicker, bis ungefähr zehn Schichten stark. Diese Steinzellen haben ge-

wöhnlichen Bau mit stark verdickten Wänden, sind aber größer als die der Wurzel selbst. Außerhalb des Steinzellenbandes befinden sich schließlich, wie auch in der normalen Wurzel, ein Periderm und Schichten von verkorkten Zellen. Figur 4 gibt schematisch den Durchschnitt einer Wurzel mit zwei jungen Gallen wieder. Die Eier sind noch nicht entwickelt, und doch ist schon eine starke Schwellung des Rindenparenchyms sichtbar. Auch das Steinzellenband ist gut entwickelt, obwohl im normalen Teil der noch sehr jungen Wurzel ein solches noch nicht ausgebildet ist. Dieses Band setzt sich auch wie eine Scheidewand zwischen den beiden Gallen fort. Figur 5, die eine ältere Wurzel mit zwei mehr ausgebildeten Gallen wiedergibt, zeigt, daß das Steinzellenband überall dicker geworden ist und daß dazu eine weitere Ver-

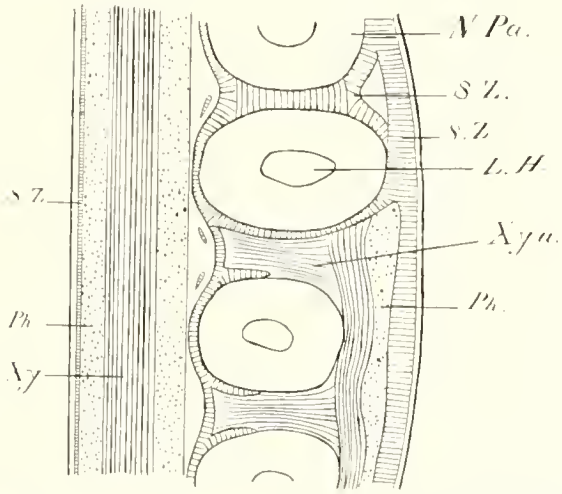


Figur 7. Querschnitt durch eine junge Luftwurzel von *Ficus retusa* L. var. *nitida* King mit drei Gallen.

dickung aufgetreten ist. Im äußeren Teil der Gallenwand, gerade innerhalb des Steinzellenbandes, sind nämlich kleine sekundäre Gefäßbündel (Fig. 5 sek. G.-B.) entstanden, die quer durchschnitten worden sind. Sie liegen in unregelmäßigen Abständen und haben ein nach der Larvenhöhle gerichtetes keilförmiges Xylem (Xy.), das aus einigen Reihen von Holzgefäßen besteht, und ein bandförmiges Phloem (Ph.), worin, ebenso wie im Phloem des Zentralzylinders, viele Fasern zu erkennen sind. Diese sekundären Gefäßbündel wachsen ziemlich schnell aus, während noch neue dazu gebildet werden. Die Zahl der Holzgefäßreihen vermehrt sich und die verschiedenen Xyleme können miteinander verschmelzen; auch die Phloeme können schließlich fast zu einem Band verwachsen. In der Galle, welche in Figur 6 im Durchschnitt abgebildet ist, ist dieses Band schon beinahe gebildet. Besonders stark entwickeln sich diese sekundären Gewebe in denjenigen Gallen, die keine Larven mehr enthalten, was ziemlich oft vorkommt. Äußerlich sind diese Gallen

dann ganz normal entwickelt, im Innern sind sie aber ganz mit Parenchym ausgefüllt, ohne daß eine Spur der Larve oder nur eine Narbe sichtbar geblieben wäre. In anderen Exemplaren liegen wohl im Zentrum einige braune Zellen oder Gegenstände, die vermutlich die Reste einer Larve sein könnten. In diesen tierlosen Gallen kann schließlich der größte Teil des Parenchyms wieder in Xylem und Phloem umgewandelt werden. Es entsteht dann darin zuletzt ein zweiter geschlossener Zylinder, der neben dem Zentralzylinder der Wurzel liegt.

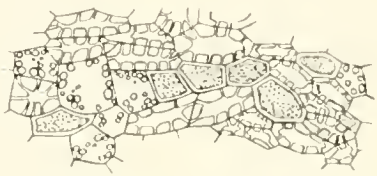
Auf einem Längsschnitt, der einige untereinanderliegenden



Figur 8. Längsschnitt durch eine Luftwurzel von *Ficus pilosa* Reinw. mit vier Gallen an der rechten Seite. An der linken Seite der Zentralzylinder.

Gallen trifft, können die Wände dieser Gallen verschiedene Gewebe aufweisen. So z. B. in Figur 8. Auf der linken Seite findet sich der normale Teil der Wurzel mit dem Zentralzylinder. Rechts liegen die Gallen. Bei den am höchsten liegenden wird die Wand nur von parenchymatischen Geweben (N.-Pa.) gebildet und dazu noch von dem Steinzellenband (S.-Z.), das auf der nach außen gekehrten Seite am stärksten ist. Dieses Band setzt sich auch zwischen den Gallen fort und umgibt das Parenchym also an allen Seiten. Nur stellenweise ist es nach der inneren Seite von einigen dünnwandigen Zellen unterbrochen. Die Wand der unteren Gallen zeigt außer dem die Kammer umgebenden Parenchymzellen und dem Steinzellenband noch Holz- und Phloemgewebe. Das sind die Elemente der sekundären Gefäßbündel, die jetzt ihrer

Länge nach geschnitten worden sind. Das Xylem (Xy.) liegt nach innen, das Phloem (Ph.) mehr nach außen. Diese Gefäßbündel dringen aber auch zwischen die verschiedenen Gallen ein; die Parenchymgewebe wurden durch üppig entwickelte Holzelemente getrennt. In den älteren Gallen findet noch eine eigentümliche Veränderung statt, nämlich in dem Steinzellenband. Dieses besteht anfänglich aus einem ganz einförmigen Ring. Später aber erleiden viele seiner Elemente eine Reduktion. In Figur 9 ist ein Teil des Sklerenchymbandes aus einer alten Galle abgebildet. Zwischen den noch normalen Zellen mit stark verdickten und verholzten Wänden findet man einige Zellen, die mit einem gelbbraunen feinkörnigen Inhalt angefüllt sind, und deren Wände viel dünner sind. Diese Wände färben sich mit schwefelsaurem Anilin gelb, ihre Tüpfel sind aber nur noch undeutlich zu sehen. In



Figur 9. Teil des Steinzellenbandes aus einer alten Galle von *Ficus pilosa* Reinw. Zellen mit stark verdickten, getüpfelten Wänden, daneben Zellen mit wenig verdickten Wänden und mit körnigem Inhalt und außerdem dünnwandige Zellen, die Tropfen enthalten.

Figur 9 sind diese Zellen fein punktiert abgebildet. Daneben liegen noch andere Zellen, nämlich solche, die nur ganz dünne Wände haben und die zum Teil mit größeren und kleineren braunen Tropfen angefüllt sind. Außer diesen drei Arten von Zellen kann man nun bequem eine große Menge von Zwischenstadien finden, so daß hieraus hervorgeht, daß eine Umänderung der Steinzellen stattfindet, wobei das Holz wieder aufgelöst wird. In der Zeichnung waren gerade diese Übergangsstadien, welche zum Teil durch Veränderung der Farbe und Konsistenz des Inhaltes bestehen, nicht gut wiederzugeben.

In den älteren Gallen wird das Nährparenchym mehr und mehr von der Larve verzehrt, so daß die Larvenhöhle viel geräumiger wird und schließlich von dem Sklerenchymband und von den sekundären Gefäßbündeln begrenzt wird.

Auf der Oberfläche entwickeln sich Lentizellen, die den nämlichen Bau zeigen, wie die der normalen Luftwurzel.

Jetzt wollen wir nachsehen, welche Unterschiede der Bau der *Ficus-retusa*-Gallen mit den oben beschriebenen aufweist. Es ist deutlich, daß diese Unterschiede hauptsächlich durch die geringere Entwicklung, die die gallentragenden Wurzelabschnitte der *F. retusa* im Vergleich mit der der *F.-pilosa*-Wurzeln aufweisen entstehen. Der Zentralzylinder zeigt auf dieser Höhe der Wurzel noch gar kein sekundäres Dickenwachstum, das Kambium ist eben nicht entwickelt. Die Phloemgruppen liegen getrennt voneinander, abwechselnd mit den Strahlen des sternförmigen Xylems, worin noch unverholzte Elemente zu finden sind. Von einem Steinzellenband ist noch keine Spur zu erkennen. Auch bei den alten, schon verlassenen Gallen zeigt der nicht veränderte Teil der Wurzel nie eine weitere Ausbildung. Das Gallengewebe grenzt also immer gleich an eine Phloemgruppe an, und nicht selten wird diese dadurch mehr oder weniger zerstört. An der äußeren Seite der Galle werden aber doch bald Sklerenchymschichten gebildet, die in dem Querschnitt — in der Form einer Kappe — das Nahrungsparenchym umgeben.

Figur 7 gibt ein schematisiertes Bild einer Wurzel von *Ficus nitida* var. *retusa* mit drei Gallen. Die Eier waren hier in der äußersten Spitze der Wurzel abgelegt, in dem Teil, der von der Wurzelhaube umgeben ist. Dadurch ist der Querschnitt ein ziemlich großer mit vielem Parenchym außerhalb des Zentralzylinders. Dieser zeigt noch ganz den radialen Bau, und doch ist erkennbar, daß die Gallen schon ziemlich alt sind, denn die Larvenkammern sind geräumig, und bei denselben ist das Nahrungsparenchym größtenteils verschwunden. Die kappenförmigen Steinzellenbänder sind mit S.-Z. bezeichnet. Auf dem Längsschnitt zeigt sich, daß dieses Sklerenchym das Gallenparenchym auch an der Ober- und Unterseite umgibt, jedoch nie bis an den Zentralzylinder reicht.

Bei dieser Gallenart konnten wir keine sekundären Gefäßbündel auffinden.

4. Schluß.

In diesem letzten Kapitel ist nur noch weniges zu besprechen. Bei diesen Gallen haben wir ein deutliches Beispiel dafür, daß die Entwicklung unter Einfluß eines Reizes geschieht, der von dem Ei auf die umliegenden Gewebe ausgeübt wird. Denn die Galle ist, wenn die Larve ausschlüpft, fast völlig differenziert. In

seiner schönen Arbeit hat BEIJERINCK[1]) den Beweis geliefert, daß bei den Cynipidengallen die Galle schon entsteht, lange ehe die Larve ausgeschlüpft ist. Von den Chalcidengallen war dies, soweit wir wissen, noch nicht bekannt. Bei den von uns in Niederland untersuchten Grasgallen von Isosomiden gebildet, war die Schwellung der infizierten Teile kaum merkbar, als sich in der Galle schon eine, sei es auch eine winzig kleine Larve befand[2]).

Merkwürdig sind auch die Veränderungen, welche die Gewebe der Gallen erfahren, wenn durch die eine oder andere Ursache das Leben des Gallentieres aufhört, ehe die Galle erwachsen ist. In den normalen Gallen entstehen in der Peripherie akzessorische Gefäßbündel, welche wohl dazu dienen, die für das Tier nötigen Nährstoffe herbeizuführen. Bei den tierlosen Gallen wächst das Parenchym nach innen und füllt zuletzt die ganze Larvenkammer, und es entwickelt sich nach und nach ein neuer Zentralzylinder, welcher neben dem der Wurzel selbst liegt. Wie von einigen Untersuchern[3]) festgestellt worden ist, werden die Gefäßbündel bei gesteckten Blättern verstärkt, und KÜSTER[4]) meint, daß bei einer Analyse der wirksamen Faktoren in erster Linie an eine Nährstoffstauung zu denken sei. Leider steht uns diese Literatur nicht zur Verfügung, so daß wir die Frage nicht eingehend diskutieren können. Auch bei diesen Gallen ohne Gallentier wird wohl Nährstoffstauung auftreten, so daß die Erklärung der Entstehung des akzessorischen Zentralzylinders wohl in dieser Richtung zu suchen ist. Man kann hier jedenfalls nicht sagen, daß die Gefäßbündel verstärkt sind behufs eines gesteigerten Nahrungsbedürfnisses, denn in den bewohnten Gallen, die viel mehr Nahrung verbrauchen als die verlassenen Exemplare, bleiben die Gefäßbündel ziemlich klein. Die von diesen Gefäßbündeln angeführten Nährstoffe können nicht weitergeführt werden, da die Leitungsbündel wohl an der Unter-, doch nicht an der Oberseite der Galle mit dem normalen Zentral-

1) M. W. BEIJERINCK, Beob. üb d. ersten Entw.-Phasen einiger Cynipidengallen. Amsterdam 1882.

2) l. c. Seite 77 u. f.

3) a) E. MER, Des modifications de structure subies par une feuille de Lierre agée de sept ans, détachée du rameau et enracinée. (Bull. Soc. bot. de France 1888. T. 33. p. 136.)

b) O. MATHUSE, Üb. abnorm. sekund. Wachstum von Laubblättern, insbesondere von Blattstecklingen dikotyler Pflanzen. (Dissertation. Berlin 1906.) Beide zitiert nach KÜSTER[4]).

4) E. KÜSTER, Aufgaben und Ergebnisse der entwicklungsmechanischen Pflanzenanatomie. Progressus Rei Botanicae. Seite 543.

zylinder zusammenhängen, so daß ohne Zweifel eine große Nährstoffstauung in der Galle stattfinden kann.

5. Resultate.

1. Die Chalcidengallen befinden sich bei *Ficus retusa L.* var. *nitida* King an den äußersten dünnen Endabschnitten der Luftwurzeln, bei *Ficus pilosa* Reinw. an den älteren Teilen derselben.
2. Die Galle bildet sich schon, ehe die Larve ausgeschlüpft ist, aus.
3. Die Gallen entstehen aus dem Rindenparenchym, der Zentralzylinder bleibt intakt.
4. Das Nährparenchym wird ganz von Steinzellenschichten umgeben.
5. An der Innenseite der Steinzellenschichten entstehen in den älteren Gallen von *F. pilosa* verschiedene sekundäre Gefäßbündel.
6. In den älteren Gallen von *F. pilosa* findet in vielen Steinzellen eine Resorption der Wandverdickung statt.
7. Stirbt der Bewohner der Galle, dann wird die Larvenkammer ganz von Parenchym gefüllt und es entsteht ein zweiter Zentralzylinder neben dem der Wurzel selbst.

6. Bei den Figuren gebrauchte Abkürzungen.

Kamb. = Kambium.
L.-H. = Larvenhöhle.
N.-Pa. = Nahrungsparenchym.
Pa. = Parenchym.
Ph. = Phloem.
pr. Ph. = primäres Phloem.
pr. Xy. = primäres Xylem.
R.-Pa. = Rindenparenchym.
S.-Z. = Steinzellen.
sek. G.-B. = sekundäres Gefäßbündel.
sek. Ph. = sekundäres Phloem.
sek. Xy. = sekundäres Xylem.
W.-H. = Wurzelhaube.
X. und Xy. = Xylem.
Z.-Z. = Zentralzylinder.

27. Katharina Galitzky und Vera Wassiljeff: Zur Atmung der Weizenkeime.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 24. Mai 1910.)

PALLADIN[1]) hat gezeigt, daß lebende und erfrorene Weizenkeime im gekochten Extrakt derselben stärker als in destilliertem Wasser atmen. Der Verfasser läßt die Frage unentschieden, ob dem Extrakt nur die Bedeutung eines Nährmaterials zukommt oder ob es auch ein stimulierendes Coenzym enthält.

Später hat KOSTYTSCHEW[2]) nachgewiesen, daß die durch Zymin vergorenen Zuckerlösungen die Atmung der Weizenkeime an der Luft steigern. Der Verfasser meint, daß in diesem Falle Zwischenprodukte der Alkoholgärung durch Weizenkeime oxydiert werden. Weiter hat N. IWANOFF[3]) gefunden, daß Phosphate und Hefeautolyseprodukte die Atmung der Weizenkeime stimulieren. L. IWANOFF[4]) hat die Versuche von N. IWANOFF bestätigt. Auf Grund seiner Versuche schreibt N. IWANOFF die stimulierende Wirkung der Gärungsprodukte der Hefe auf die Atmung der Keime den Phosphaten zu. Auch L. IWANOFF sagt, daß KOSTYTSCHEW nicht eine Oxydation der Zwischenprodukte der Zymingärung durch Weizenkeime in seinen Versuchen beobachtet hat, sondern es nur mit der Stimulation der Atmung derselben durch die in der Flüssigkeit vorhandenen anorganischen oder organischen Phosphate zu tun hatte. Beide Forscher nehmen an, daß Phosphate die anaerobe Atmung der Pflanzen stimulieren, indem sie diese Wirkung derselben in Parallele mit der längst bekannten Förderung der Zymasegärung durch Phosphate stellen. Man kann vermuten, daß die von PALLADIN gefundene Stimulation der Atmung der Weizenkeime durch Extrakte derselben ebenfalls der Phosphatwirkung zugeschrieben werden muß.

Es ist der Zweck vorliegender Arbeit, die auf Vorschlag des Herrn Prof. W. ZALESKI ausgeführt wurde, die Wirkung der aus verschiedenen Pflanzen bereiteten Extrakte, sowie einiger

1) PALLADIN, Zeitschr. f. physiolog. Chem. 47, 1906.
2) KOSTYSCHEW, Biochem. Zeitschr. 15, 1909.
3) N. IWANOFF, Bull. de l'academ. d. sc. Pétersbourg VI. sér., 1910.
4) L. IWANOFF, Biochem. Zeitschr. 25, 1910.

bestimmter Substanzen auf die Atmung der Weizenkeime zu studieren.

Wir haben zu unseren Versuchen je 30 g lufttrockener Weizenkeime genommen, diese mehrmals mit destilliertem Wasser ausgewaschen, und dann in zwei Portionen von gleichem Gewicht geteilt. Dann wurden diese Portionen der Weizenkeime in Kolben gebracht und die eine mit 100 ccm destilliertem Wasser, die andere mit 100 ccm einer bestimmten Lösung übergossen. Nach einer Stunde wurde durch diese Kolben kohlensäurefreie Luft geleitet und dann die in einer bestimmten Zeit ausgeschiedene Kohlensäure in üblicher Weise in PETTENKOFFERschen Röhren absorbiert.

In anderen Versuchen haben wir durch Azeton getötete Weizenkeime genommen. In diesem Falle wurden Weizenkeime 20—30 Stunden mit Azeton bearbeitet, abfiltriert, durch einen Luftstrom von Azeton befreit, in zwei Portionen von gleichem Gewicht (15 g) geteilt und in oben beschriebener Weise darauf zu den Versuchen genommen.

1. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus Keimen. Zur Herstellung des Extrakts wurden 15 g Weizenkeime 2—4 Stunden lang im Wasser eingeweicht, bei 35° getrocknet, pulverisiert und dann mit 100 ccm Wasser gekocht. Die Flüssigkeit wurde abfiltriert und bis auf 100 ccm mit Wasser versetzt. Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion (Wasser)	16,5 mg CO_2
Versuchsportion (Extrakt)	26,5 „ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion	+ 60 pCt.

2. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt, das in oben beschriebener Weise dargestellt und dann durch Sodazusatz neutralisiert wurde. Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion (Wasser)	8,5 mg CO_2
Versuchsportion (Extrakt, neutralisiert) . .	18,5 „ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion	+ 117 pCt.

3. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt das in oben beschriebener Weise dargestellt und dann durch Sodazusatz schwach alkalisch gemacht wurde. Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion (Wasser)	11	mg CO_2
Versuchsportion (Extrakt, schwach alkalisch)	31,5	„ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion	+ 186	

4. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus autolysierten Weizenkeimen. Zu diesem Zweck wurden 15 g der vorher im Wasser eingeweichten und dann getrockneten und pulverisierten Weizenkeime mit 150 ccm Chloroformwasser 7 Tage lang bei Zimmertemperatur digeriert. Dann wurde die Flüssigkeit mit den Keimen ausgekocht, abfiltriert und bis 100 ccm auf dem Wasserbade eingeengt. Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion (Wasser)	13	mg CO_2
Versuchsportion (Extrakt aus autolysierten Keimen)	23,5	„ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion	+ 80	

5. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus den 2 Tage bei 35° autolysierten Keimen. Extrakt wurde in oben beschriebener Weise bereitet (Versuch 4). Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion	14,5	mg CO_2
Versuchsportion (Extrakt aus autolysierten Keimen)	16,5	„ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion	+ 43	

6. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus Weizensamen. Zur Herstellung des Extrakts wurden 15 g Weizensamen pulverisiert, mit 100 ccm Wasser gekocht, abfiltriert, gewaschen und dann auf dem Wasserbade bis 100 ccm eingeengt. Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion (im Wasser)	12	mg CO_2
Versuchsportion (im Extrakt aus Weizensamen)	17	„ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion	+ 42	

7. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus Weizensamen, die 2 Tage bei 35° autolysiert wurden. Extrakt wurde in oben beschriebener Weise bereitet (Versuch 4). Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion (im Wasser) . . . . . 11 mg CO_2
Versuchsportion (im Extrakt aus autolysierten Weizensamen) . . . . . 13,5 „ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion + 23

8. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus Weizensamen, die vorher 6 Tage lang bei Zimmertemperatur autolysiert wurden. Extrakt wurde wie im Versuche 4 bereitet. Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion (im Wasser) . . . . . 8,5 mg CO_2
Versuchsportion (im Extrakt aus autolysierten Weizensamen) . . . . . 10,5 „ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion + 22

9. Versuch.

Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus Erbsensamen. Zur Herstellung des Extrakts wurden 15 g Erbsensamen pulverisiert mit 100 ccm Wasser gekocht, abfiltriert, gewaschen und dann wurde die Flüssigkeit bis auf 100 ccm auf dem Wasserbade eingeengt. Versuchsdauer 2 Stunden.

Kontrollportion (im Wasser) . . . . . 11,5 mg CO_2
Versuchsportion (im Extrakt aus Erbsensamen) 17,5 „ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion + 52

10. Versuch.

Kontrollportien im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus etiolierten Erbsenkeimlingen. Extrakt wurde in oben beschriebener Weise bereitet (Versuch 9).

Kontrollportion (im Wasser) . . . . . 12 mg CO_2
Versuchsportion (im Extrakt aus Erbenkeimlingen) . . . . . 13 „ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion . + 8

11. Versuch.

Zu diesem Versuche wurden durch Azeton getötete Weizenkeime genommen. Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus Keimen. Extrakt wurde in oben beschriebener Weise bereitet (Versuch 1).

Kontrollportion (im Wasser) . . . . . 8,5 mg CO_2
Versuchsportion (im Extrakt aus Weizenkeimen) . . . . . 12,5 „ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion + 47

12. Versuch.

In diesem Versuche wurden durch Azeton getötete Keime benutzt. Kontrollportion im Wasser, die Versuchsportion im Extrakt aus Weizenkeimen, das vorher mit Soda neutralisiert wurde.

Kontrollportion (im Wasser)	7 mg CO_2
Versuchsportion (im neutralisierten Extrakt aus Weizenkeimen)	14 „ „
Differenz in Prozenten der Kontrollportion .	+ 100

Aus den angeführten Versuchen ist zu ersehen, daß gekochte Extrakte aus Weizenkeimen, Weizen- und Erbensamen stark die Atmung lebender und der durch Azeton getöteter Weizenkeime steigern. Diese Stimulation der Atmung tritt besonders stark in neutralisierten und noch mehr in schwach alkalischen Extrakten hervor. KOSTYTSCHEW[1]) sagt, daß sauer reagierende Lösungen eine Hemmung der Atmung der Keime bewirken. Weiter sagt N. IWANOFF[2]), daß schwache Säuren, wie $^1/_4$ proz. Gentisinsäure, die Atmung der Keime herabsetzen. Nach der Autolyse der Weizenkeime und Weizensamen findet keine Veränderung der die Atmung dieser Objekte stimulierenden Substanzen statt. Wir konnten diese stimulierende Substanz weder durch Alkohol noch durch Dialyse aus Keimen beseitigen.

Obwohl es jetzt sehr schwer ist, die Natur der stimulierenden Substanzen zu bestimmen, haben wir dennoch versucht, die Wirkung verschiedener Substanzen auf die Atmung der Keime unter denselben Bedingungen zu untersuchen. Einige dieser Substanzen stellen ein Nährmaterial dar, andere können vermutlich als Coenzyme betrachtet werden.

Unsere Versuche sind noch nicht zum Abschluß gekommen, und wir teilen vorläufig nur einige Resultate mit. Der Kürze wegen führen wir unten folgende Versuche tabellarisch an.

		Kontrollportion im Wasser	Versuchsportion	Versuchsdauer in Std	Differenz in Prozenten der Kontrollportion
Pepton-Witte	1 pCt. (neutral)	18 mg CO_2	17 mg CO_2	$2^1/_2$	— 8 pCt.
Glyzerin	1 „	10,5 „ „	11 „ „	$2^1/_2$	+ 5 „
Mannit	2,7 „	10,5 „ „	11 „ „	$2^1/_2$	+ 5 „
Dextrose	2,7 „	10,5 „ „	12,5 „ „	$2^1/_2$	+ 19 „
Saccharose	5,13 „	10,5 „ „	12,5 „ „	$2^1/_2$	+ 19 „
Maltose	5,13 „	12,5 „ „	15,5 „ „	$2^1/_2$	+ 24 „
Milchzucker	5,13 „	11,5 „ „	11,5 „ „	$2^1/_2$	—

1) KOSTYTSCHEW l. c.
2) N. IWANOFF l. c.

		Kontrollportion im Wasser	Versuchsportion	Versuchsdauer in Std.	Differenz in Prozenten der Kontrollportion
Arabinose	2,5 pCt.	12,5 mg CO_2	20 mg CO_2	2	+ 60 pCt.
„	2,5 „	10 „ „	17,5 „ „	2	+ 75 „
Milchsaures Natrium	1 pCt.	14,5 „ „	13,5 „ „	2	— 7 „
Chinasäure	1 „	15 „ „	13,5 „ „	2	— 10 „
Furfurol	0,2 „	9,5 „ „	9,5 „ „	2	—
Natriumcarbonat	0,2 „	12 „ „	15 „ „	2	+ 25 „
„ „	0,2 „	9,5 „ „	13 „ „	2	+ 37 „
Natriumchlorid	0,2 „	14 „ „	14,5 „ „	2	+ 3 „
Eisenchlorid	0,2 „	11 „ „	11,5 „ „	2	+ 4 „
Ferrosulfat	0,2 „	13 „ „	21,5 „ „	2	+ 50 „
„	0,2 „	10,5 „ „	15,5 „ „	2	+ 32 „

Dann wurden diese Versuche mit den durch Azeton getöteten Keimen angestellt.

		Kontrollportion im Wasser	Versuchsportion	Versuchsdauer	Differenz in Prozenten der Kontrollportion
Arabinose	2,5 pCt.	6,5 mg CO_2	7,5 mg CO_2	2	+ 15 pCt.
Ferrosulfat	0,2 „	4,5 „ „	7,5 „ „	2	+ 66 „

In Übereinstimmung mit KOSTYTSCHEW haben wir gefunden, daß Milchsäuresalze und Pepton keine Steigerung der Atmung lebender Keime ausüben. Mono- und Disaccharide, die Laktose ausgenommen, steigern die Atmung der Keime aber weit schwächer als die von uns benutzten Extrakte. Nur in Versuchen mit Arabinose konnten wir eine starke Steigerung der Atmung konstatieren. Weizenkeime enthalten eine bedeutende Menge Nucleinsäure, welche nach OSBORN[1]) an Pentosen reich ist. Neutrale Mineralsalze üben keine Steigerung der Atmung aus. Nur Ferrosalze steigern stark die Kohlensäureausscheidung lebender und der durch Azeton getöteten Keime.

Wir können vorläufig nicht die stimulierende Wirkung der Extrakte auf die Nährsubstanzen derselben zurückführen. Es wäre auch voreilig, diese stimulierende Wirkung irgendeiner Substanz zuzuschreiben, wenn diese zufällig die Atmung der Keime stimuliert.

Wir wollen noch hinzufügen, daß erfrorene Weizenkeime andere Resultate zeigen, und die Atmung derselben durch einige höhere Alkohole stimuliert wird.

Charkow, Pflanzenphysiolog. Laboratorium.

1) OSBORN und HARRIS, Zeitschr. für physiolog. Chem. Bd. XXXVI

28. Johannes Buder: Studien an Laburnum Adami.

I. Die Verteilung der Farbstoffe in den Blütenblättern.

(Eingegangen am 25. Mai 1910.)

Die folgende Mitteilung verdankt ihre Entstehung der Erwägung, daß sich die Richtigkeit der BAURschen Hypothese, die Pfropfbastarde möchten ihrem Wesen nach Periklinalchimären sein, unter Umständen einer einfachen und sicheren Prüfung unterziehen ließe. Stellen wirklich die Pfropfbastarde nur eine Wuchsgemeinschaft der Pfropfsymbionten vor, derart, daß ein Gewebemantel des einen kappenförmig die Zellen des anderen umschließt, so müßte man erwarten, daß alle Außenpartien an Stamm, Blatt und Blüte die Eigentümlichkeiten der einen Komponente ausgesprochen und bis zu einem gewissen Grade gleichmäßig zur Schau trügen. Was über den Bau der historischen Pfropfbastarde *Laburnum Adami* und *Crataegomespilus* allgemeiner bekannt geworden war, sprach jedenfalls ebensowenig dagegen, wie die bisher von WINKLER publizierten Resultate über die *Solanum*-Pfropfbastarde.

Hält man die bekannt gewordenen Eigenschaften von WINKLERs Pflanzen gegeneinander, so fällt eine merkwürdige Übereinstimmung in bezug auf Blütenfärbung und Haarkleid auf. *Solanum tubingense* und *S. proteus* sind tomatenhaarig, während die anderen drei die spärliche Behaarung des *S. nigrum* zeigen. Sind es Periklinalchimären, so müßte man annehmen, daß im ersten Falle *S. lycopersicum*, im zweiten *S. nigrum* die Mantelkomponente sei. Damit stimmt nun die Blütenfärbung, soweit sie publiziert ist, sehr gut überein. Die ersten zeigen nach WINKLER ein Gelb, das etwas heller ist als das der Tomate, die zweiten sind weiß mit einem gelben Mittelstreif.

Diese Verhältnisse legten mir den Gedanken nahe, festzustellen, ob zwischen den vegetativen Teilen und den Blüten von *L. Adami* eine analoge Korrelation vorhanden sei. Da die Komponenten von *L. Adami* sich — wie WINKLERS *Solanum*arten — sowohl im Haarkleid als auch in der Blütenfarbe wesentlich unterscheiden, konnte ich mich fürs erste auf diese bequem und sicher zu erkennenden Merkmale beschränken.

Laburnum vulgare, die eine Komponente von *Lab. Adami*, besitzt

auf der Unterseite der Blätter sowie an den Knospen und jungen Trieben eine dichte Decke ziemlich steifer Haare, die der Fläche meist anliegen, in der Weise, daß die Spitzen der Haare dem apikalen Ende zugewandt sind. Die Haare bestehen meist aus drei Zellen, von denen die unterste, kurze dem Gewebe eingesenkt ist. Darauf folgt eine zweite, kurze und schließlich die lange Zelle mit meist stark verdickten und mit kleinen Höckern bedeckten Wänden, die den Habitus der Haare bestimmt. *Cytisus purpureus* wurde bisher meist als kahl bezeichnet. Soweit man damit den Gegensatz zu *Laburnum* hervorheben wollte, kann man diese Ausdrucksweise billigen. Ganz fehlen indessen die Haare auch hier keineswegs; besonders fallen sie an den jungen Langtrieben und den noch eingefalteten Blättern, auf denen sie die Rippen bevorzugen, auf. Makroskopisch unterscheiden sie sich von denen bei *Laburnum* durch den größeren Winkel, den sie mit der Blattfläche bilden, während das mikroskopische Bild keine wesentlichen Unterschiede im Bau zeigt.

Der Mischling *L. Adami*, der ja im Gesamthabitus dem Goldregen viel näher steht, verhält sich in der Behaarung genau wie *C. purpureus*. Wollte man auf ihn die BAURsche Annahme anwenden, so müßte *C. purpureus* die Mantel- und demgemäß *Laburnum* die Kernkomponente sein. Es fragte sich nun, ob die Verteilung der Farbstoffe in der Blüte dieser Annahme entspricht.

Die Blüten der Stammformen sind bekanntlich in der Färbung sehr verschieden. Das leuchtende Gelb der *Laburnum*blüten ist an der Spitze des Vexillums am lebhaftesten, während Alae und Carina an ihren unteren, versteckteren Teilen weit weniger intensiv gefärbt sind. Besonders hervorgehoben zu werden verdient das Saftmal am Vexillum, das links und rechts von der Mittellinie in der unteren Hälfte der Lamina in Gestalt von zahlreichen kleinen Strichen von schön brauner Färbung und wechselnder Zahl und Größe ausgebildet wird.

Die Blüten von *C. purpureus* entbehren ein solches Saftmal gänzlich. Ihre hellpurpurne Farbe ist am Vexillum und den Rändern der Alae und der Carina am intensivsten; sie wird erst bei der Entfaltung der Knospen am hellen Lichte gebildet.

Die *Adami*-Blüten werden gewöhnlich als schmutziggelbrot beschrieben. In der Ausbildung des Saftmales, das aber hier dunkelviolett erscheint, ähneln sie mehr dem *Lab. vulgare*, in dem Vorhandensein des roten Farbstoffes, der wie bei *C. purpureus* sich besonders im Vexillum und den Rändern der übrigen Blütenblätter findet, zeigen sie den Einfluß dieser Komponente.

Die mikroskopische Untersuchung ergab für *Lab. vulgare* das Vorhandensein typischer gelber Chromoplasten von meist linsenförmiger Gestalt und gewöhnlich 1—2 μ Durchmesser. Am zahlreichsten sind diese im Vexillum, in den Zellen der oberen und unteren Epidermis, die hier Papillen mit charakteristischer Kutikularstruktur bilden, vertreten, sie finden sich aber auch in Zellen des lockeren, schwammparenchymatisch ausgebildeten Gewebes des Blattinnern, besonders in den Zellen, die die Gefäßbündel begleiten. Das Saftmal wird aus Zellen gebildet, die nicht der Epidermis, sondern der darunter liegenden Schicht angehören. Bei kleinen, nur wenige Zellen breiten und langen Strichen ist es auf diese beschränkt; bei den größeren kann auch die nächstinnerste Zellschicht, unter Umständen sogar eine dritte mit einzelnen Zellen daran beteiligt sein. Diese Zellen sind durch Inhalt und Form scharf vom Nachbargewebe unterschieden. Dies ist, wie schon bemerkt, locker, schwammparenchymatisch, das Saftmal dagegen besteht aus fast isodiametrischen Zellen, die bis auf wenige schmale Interzellularen in der Längsrichtung meist lückenlos aneinander schließen und durchschnittlich 20—30 μ Durchmesser besitzen. Sie sind erfüllt von dunkelpurpurnem bis violettem Zellsaft, der aber den protoplasmatischen Wandbelag und den Kern erkennen läßt. Daneben kommen in den Zellen (gewöhnlich in der Einzahl) klumpenförmige Konkretionen von dunkelvioletter, fast schwarzer Farbe und ca. 5 μ Durchmesser vor, die zerdrückt, eine krümlige Struktur zeigen. Blaue Farbstoffe in fester Form sind ja auch sonst nicht gerade selten, in der geschilderten Ausbildung geben sie aber den Saftmalzellen ein sehr charakteristisches Aussehen.

In den Blütenblättern von *C. purpureus* ist dagegen das Anthocyan nur in gelöster Form, in einzelnen Zellen mehr rötlich, in anderen mit einem Stich ins Blaue, vorhanden. Auch hier ist der Farbstoff (wie bei *Laburnum* der gelbe) am reichlichsten in den Epidermiszellen vorhanden. Doch enthalten auch viele der nächst inneren Zellen Farbstoff, von dessen Vorhandensein man sich leicht durch Plasmolyse überzeugen kann, auch wenn es sich nur um kleine Mengen handelt.

Bei *Laburnum Adami* ist nun die Epidermis frei von jedem gelben Farbkörper, dagegen sind ihre Zellen erfüllt mit dem hellpurpurnen Zellsaft, der soeben für *C. purpureus* beschrieben wurde. Das übrige Gewebe dagegen zeigt gelbe Chromoplasten, ganz in der Ausbildung und Anordnung wie sie bei *L. vulgare* gefunden werden. Von größter Bedeutung ist aber die typische Ausbildung des oben geschilderten subepidermalen Saftmales, das in allen

Einzelheiten so gleich gebaut ist, daß eine Beschreibung nur in der Wiederholung des für *L. vulgare* Gesagten bestehen könnte.

Haben also die Blüten, als Ganzes genommen, einen intermediären Charakter, so gilt dies keineswegs für die einzelnen Zellen resp. Gewebe. Alle Epidermiszellen und zwar nur die Epidermiszellen zeigen bezüglich ihrer Farbstoffe die Eigentümlichkeiten von *C. purpureus*, alles andere Gewebe die von *L. vulgare*, eine Tatsache, die um so bedeutungsvoller ist, als sexuelle Bastarde zwischen roten und gelben Formen sich anders verhalten. So kommen z. B., wie ich feststellte, im korollinischen Kelche von *Ribes Gordonianum* (*R. aureum* × *sanguineum*) roter und gelber Farbstoff regelmäßig gemeinsam in denselben Zellen der Epidermis und des angrenzenden Gewebes vor.

Vergleicht man die Verteilung der Farbstoffe bei *L. Adami* mit dem Verhalten der Epidermis an Blättern und Sprossen, für die oben zunächst nur der Unterschied im Haarkleid angeführt wurde, so kann man schon auf Grund dieser Übereinstimmung mit Sicherheit sagen, daß *L. Adami* eine Periklinalchimäre im Sinne BAURs ist, derart, daß nur die Epidermis der *Purpureus*-, alles andere der *Laburnum*-Komponente zukommt. Diese Auffassung findet eine wesentliche Bestätigung, wenn man auch die Größe der Zellen, ihre Form, die Ausbildung von Kutikularleisten usw. sowohl an der Blüte als auch an allen übrigen Organen einer eingehenden Untersuchung unterzieht. Auf einzelne der so gewonnenen Resultate werde ich später noch zurückkommen, soweit sich in der Literatur noch nicht genügend Angaben darüber finden. Viele Punkte sind jedoch schon von den früheren Beobachtern nahmhaft gemacht worden, wenngleich ihre Beobachtungen keineswegs stets zutreffend und ausreichend sind. Besonders bemerkenswert in dieser Hinsicht ist die Arbeit MACFARLANES[1]), in der ich eine große Zahl meiner diesbezüglichen Beobachtungen bestätigt fand. So hebt er vor allem Bau und Größe der Kerne in den Epidermiszellen, die Verteilung der Spaltöffnungen, das Auftreten von Haaren an den Blütenblättern, charakteristische Struktur der Kutikula als gemeinsam für *C. purpureus* und *L. Adami* und verschieden von *Laburnum vulgare* hervor, während die innere Struktur, Rinde, Holzkörper usw. des Pfropfbastards mehr dem Goldregen ähneln. Merkwürdigerweise haben die späteren Bearbeiter der Anatomie des Pfropfbastards FUCHS und LAUBERT, die vor allem den Bau des Holzes im Auge

1) MACFARLANE. On the minute structure of plant hybrids. Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh, Bd 37, 1895.

hatten, auf diese interessanten Beobachtungen keinen Wert gelegt. MACFARLANE ist auch der richtigen Deutung des Pfropfbastards als Periklinalchimäre schon nahe gekommen, wenn er in der Zusammenfassung seiner Resultate u. a. sagt[1]): . . „the very striking resemblance wich the epidermis of the hybrid portion has to that of *C. purpureus* . . . . would seem at first sight to prove that the hybrid portion was wrapped round, so to speak, by an epidermis of *C. purpureus*." Gleichwohl stellt er sich auf den Standpunkt, daß bei der Untersuchung des *Laburnum Adami* eine Kernverschmelzung stattgefunden haben müsse[2]), und beweist damit, daß er den angeführten Satz nur bildlich verstanden wissen wollte.

Daß *Laburnum Adami* als Periklinalchimäre zu betrachten ist, kann nunmehr wohl kaum noch einem Zweifel unterliegen. Merkwürdig ist dabei, daß nur die Epidermis, also eine einzige Schicht des Vegetationskegels und ihre Derivate aus *Purpureus*-Zellen besteht.

Doch ist dies nicht ein Unikum. So kommt auch dem *Crataegus* ähnlicheren *Crataegomespilus Asnieresii* nach einer brieflichen Mitteilung Dr. BAURs wahrscheinlich nur eine Epidermis von *Mespilus* zu, während der andere, *Crataegomespilus Dardari*, vermutlich zwei äußere Schichten von *Mespilus* überkommen hat.

Über die Resultate einer Untersuchung dieser Formen, von denen mir Herr Dr. BAUR liebenswürdig Material zur Verfügung stellte, gedenke ich später zu berichten. Auch hier dürfte die Chimärennatur der Pflanzen ziemlich sicher zu konstatieren sein. Inzwischen hat ja auch WINKLER vier seiner Pflanzen als Periklinalchimären erklärt und, wie ich hörte, auch auf MACFARLANEs Arbeit aufmerksam gemacht.

1) a. a. O. S. 268.
2) a. a. O. S. 269.

29. R. Dostál: Einige Beobachtungen über die inneren Ergrünungsbedingungen.

(Nebst vorläufiger Mitteilung über eine durch Licht veranlaßte Knospenreproduktion.)

(Eingegangen am 26. Mai 1910.)

Daß die reservestoffreichen hypogäischen Keimblätter mancher Pflanzen am Lichte bis zu einem gewissen Grade zu ergrünen vermögen, ist eine bekannte Tatsache. Diesbezügliche Beobachtungen haben z. B. am Material meiner Versuche, den Kotyledonen von *Vicieen*-Keimlingen, BLOCISZEWSKI (1876), HABERLANDT (1877), WALZ (1877), MIKOSCH (1878), DETMER (1880), LOPRIORE (1904) u. a. angestellt. Das schwache Ergrünen der intakten Keimblätter hat BLOCISZEWSKI und WALZ durch deren Isolierung gesteigert[1]). Ein sehr tiefes und verhältnismäßig schnelles Ergrünen habe ich aber erzielt durch Amputation des Epikotyls und Exstirpation sowohl der Kotyledonarknospen, als auch aller Adventivknospen, die bekanntlich in großer Anzahl unaufhörlich in beiden Achseln entstehen. Wie sich nach den Ergebnissen der bekannten Versuche mit entknospten Pflanzen erwarten ließ, wuchsen die Kotyledonen stark heran. Dabei ergrünten sie sehr tief. Auch die Wurzel, deren Längenwachstum durch die Exstirpation aller Knospen bedeutend herabgesetzt wurde, hat bei Lichtzutritt mehr Chlorophyll gebildet, als es an der intakten Planze beobachtet wurde (PERSEKE 1877, LOPRIORE 1904). Ähnlich verhielten sich Pflanzen, denen nach der Dekapitation die Kotyledonarknospen belassen wurden. Ihre Keimblätter fingen zwar auch an, intensiv zu ergrünen, ja sie tun dies oft früher als die aller Knospen beraubten Pflanzen, aber dieser Vorgang wird nach größerer Entfaltung der Kotyledonarsprosse bald eingestellt, um nach Entfernung derselben wieder fortzuschreiten[2]).

1) Die auffällige Angabe MACCHIATIS (1908), „daß die unterirdischen Keimblätter nie ergrünen", widerspricht allen diesen Beobachtungen.

2) Die Angaben über die Dauer der Ergrünungsvorgänge werden da absichtlich wegen der wechselnden Temperatur bei den Versuchen nicht angeführt; es sei nur bemerkt, daß zu einem intensiveren Ergrünen eine längere Zeit notwendig ist (10—20 Tage) ebenso wie zur Ergrünung von Kartoffelknollen (WIESNER, 1877).

Indem also die Keimblätter der intakten Pflanze nur schwach, nach der Dekapitation etwas stärker, nach dem gleichzeitigen Exstirpieren aller Knospenanlagen sehr tief ergrünten, lag die Vermutung eines kausalen Zusammenhanges dieser Erscheinung mit der Entfaltung des Sproßsystems nahe. Könnte man diese Tatsache nicht als eine korrelative Chlorophyllbildung deuten, also als einen Fall der Kompensation auffassen, auf die zuerst BOIRIVANT (1897) eingehend hingewiesen hat? Obwohl es nicht wahrscheinlich war (auch die recht tief ergrünten Keimblätter besitzen noch sehr viel unverbrauchte Reservestärke, also handelt es sich da kaum um einen Ersatz der CO_2-Assimilation), habe ich dennoch den Versuch angestellt, um dies zu entscheiden. Die Epikotyle einer Anzahl gleich entwickelter Pflanzen wurden in einen dunklen Raum gebracht, die Keimblätter (samt den Wurzeln) dem Lichte ausgesetzt. Ein so intensives Ergrünen wie nach der Dekapitation habe ich dabei nie beobachtet; ja oft war kein Unterschied zwischen den Kotyledonen dieser Pflanzen und denen der gänzlich beleuchteten Kontrollexemplare wahrzunehmen. Nur in vereinzelten Fällen waren die Kotyledonen der ersteren um ein geringes grüner, zugleich aber deutlich minder erschöpft, woraus sich klar ergibt, daß der Grad der Ergrünung bloß mit der Erschöpfung der Kotyledonen zusammenhängt [1]). Eine funktionelle Kompensation konnte also nicht nachgewiesen werden. Für dieselbe Deutung sprechen nebst dem sukzessiven Entfernen der heranwachsenden Sproßanlagen noch andere Beobachtungen. An ganz jungen Keimlingen tritt die Ergrünung nach der Dekapitation später ein als an den älteren (etwa nach 5 Tagen der Keimung) gleichzeitig exponierten. (Anatomisch wurde dieser Umstand von HABERLANDT 1877 untersucht.) Die Ergrünung ist also an ein bestimmtes Maß der Erschöpfung der Reservestoffe gebunden, nimmt aber mit steigernder Erschöpfung rasch ab, so daß stärker ausgesogene Kotyledonen, die äußerlich noch ganz glatt aussehen können, nur sehr schwach oder gar nicht ergrünen. Wohl aber konnte ich in einem Versuche recht stark erschöpfte Kotyledonen von *Vicia sativa* zum nachträglichen Ergrünen bei Kultur in 5 proz. Glukose zwingen. Darnach kann man sich auch leicht die Bemerkung DETMERs (1882) über die gänzliche Unfähigkeit der *Vicia*-Keimblätter, am Lichte zu ergrünen, erklären. Exstirpation aller Sproßanlagen verhindert auch da die sonst rasche Erschöpfung der Reserven und

1) Zu demselben Schluß führten auch Versuche, bei welchen die Erschöpfung herabgesetzt oder sogar ausgeschlossen wurde.

ruft dadurch ein starkes Ergrünen auch dieses Objektes hervor. Auch folgender Umstand könnte noch die korrelative Auffassung dieser Erscheinung in Zweifel setzen, wenn er nicht seine Erklärung in der hochgradigen Differenziation der Gewebe finden würde. Ich suchte nämlich vergeblich Bildungen, die sonst bei der Adaptation an die Assimilation in normal nicht assimilierenden Organen erscheinen. Die peripheren Zellen verlängern sich nicht palissadenförmig, im Gegenteil, die Stauung der Reservestoffe verursacht, daß sie polygonal oder scheibenförmig werden. Auch die Zahl der in der Nähe des Keimblattstieles befindlichen Spaltöffnungen (TANGL, 1879) hat nicht zugenommen, und auf der übrigen Oberfläche haben sich neue nicht ausgebildet. Selbstverständlich verhalten sich in derselben Weise die isoliert kultivierten Keimblätter, nur sind dabei die Vorgänge etwas verspätet.

Neben den Kotyledonen habe ich mit den Primärblättern der Erbsenkeimlinge experimentiert. Diese Blattbildungen verrieten nämlich eine gewisse Übereinstimmung der für die Ergrünung notwendigen Bedingungen mit den Keimblättern. Auch das Ergrünen dieser schuppenartigen Organe wurde mehrmals beschrieben (DETMER 1882, TREBITZ 1905). Alle diesbezüglichen und analogen Angaben stimmen darin überein, daß die Primärblätter nach längerem Etiolieren der Keimpflanze nicht mehr imstande sind, zu ergrünen. Es ist wahr, daß nach sehr lange andauernder Verdunkelung der Pflänzchen die Blätter, also auch die Primärschuppen, schließlich ihre Fähigkeit, am Lichte zu ergrünen, einbüßen. Aber abgesehen von diesem Extrem, der mit dem Lebensverlust der betreffenden Organe zusammenhängt, konnte ich an jüngeren Keimpflanzen, deren Primärblätter ebenfalls nicht mehr ergrünen, wenn die ganze Pflanze einfach dem Lichte ausgesetzt ist, wohl aber noch die jüngeren Laubblätter, auch jene zum Ergrünen bringen, und zwar durch Amputation des darüberstehenden Sproßteiles. Eine bestimmte Menge von Nährstoffen muß dabei in der Keimpflanze vorhanden sein. Ist jedoch die operierte Pflanze vollständig erschöpft oder hat man ihre Keimblätter frühzeitig weggenommen, so ergrünen die Primärblätter nach der Dekapitation nur schwach oder gar nicht mehr. Oft aber reichen noch die geringen Spuren des Nährmaterials, die in den Internodien bei Isolierung der Epikotyle vorhanden sind, zum Ergrünen der sonst blaß bleibenden Schuppen aus, wenn man diese durch Abschneiden der oberen Partien deren Einwirkung entzieht. Ebenfalls, wenn die Primärblätter am Lichte noch ergrünungsfähig sind, ergrünen sie nach Ausführung der erwähnten Operation viel tiefer. Die ent-

sprechenden Verdunkelungsversuche haben, wie zu erwarten war, gegenüber den Keimblättern eine viel nähere funktionelle Verwandtschaft dieser Bildungen mit den Laubblättern gezeigt. Wurde nämlich die Keimpflanze verdunkelt und bloß eine von den beiden Schuppen dem Lichte exponiert, so ergrünte diese viel stärker (auch vergrößerte sie sich merklicher) als an den gänzlich beleuchteten Exemplaren, wo sie vielfach ziemlich blaß blieb. Die Verdunkelung der konkurrierenden Partien wirkte da in derselben Weise, aber doch etwas schwächer, wie ihre gänzliche Entfernung. Die Erscheinung, wenigstens das Ergrünen, ist aber wieder nicht als eine Kompensation zu deuten, vielmehr ist sie eine Folge der günstigeren Ernährungsverhältnisse (z. B. entsprechend „der korrelativen Transpiration" WIESNERs 1905).

So gibt es keinen prinzipiellen Unterschied zwischen dem Verhalten der Keimblätter und dem der Primärblätter. Diese normal wenig ergrünenden oder durch längeres Etiolieren und Konkurrenz mit jüngeren Teilen der Ergrünungsfähigkeit beraubten Organe ergrünen stark, sobald ihnen die Nährstoffe, die sonst von dem normal fungierenden, also auch eine vollkommene korrelative Hemmung auf die übrigen Pflanzenteile ausübenden Epikotylen (rsp. Apikalteilen derselben) verbraucht werden, zufließen. Nur werden z. B. die Kotyledonen meist (aber nicht immer) bei Verdunkelung der Sproßteile so rasch ausgesogen, daß sie nicht imstande sind, bedeutender zu ergrünen.

Ähnliche Beobachtungen wurden auch an anderen Objekten gemacht, wobei sich oft eine Art von Polarität geäußert hat, indem die apikale Extremität des Sproßsystems vorzugsweise zu ergrünen pflegt, was jedoch nicht immer mit abnehmendem Alter der Organe allein in Verbindung zu stehen braucht. Aber weitere Schlüsse daraus zu ziehen, soll einem eingehenderen Studium vorbehalten werden, um so mehr als bei den letzterwähnten Versuchen eine auffallende Erscheinung hervortrat, die, sofern mir bekannt, noch nicht beobachtet wurde[1]).

1) Die bekannten Angaben über den Einfluß des Lichtes auf das Knospentreiben decken sich entweder nicht mit der hier mitgeteilten Beobachtung (JOST 1894, WIESNER 1895, PFEFFER 1904, BERTHOLD 1904, VÖCHTING 1878, 1884) oder lauten derselben gerade entgegen (MC CALLUM 1905). Nur die Beobachtung GOEBELs (1902, 1908) über die Aufrichtung des nächsten plagiotropen Seitensprosses nach einer länger andauernden Verfinsterung des Hauptsprosses, „eine Tatsache, deren Zustandekommen nicht näher untersucht ist", könnte mit meinem Falle gewissermaßen verglichen werden.

Wurde nämlich bloß das eine oder das andere Primärblatt oder bloß die Kotyledonen samt ihren Achseln dem Lichte ausgesetzt, alle übrigen Partien der Pflanze aber verdunkelt, so trat nach einiger Zeit (in meiner bisherigen Versuchsanordnung bei relativ niedriger Temperatur und schwacher Lichtintensität erst nach 15 bis 20 Tagen) ein kräftiges Auswachsen der axillaren Knospe des beleuchteten Blattgebildes ein. Alle diese Knospen entfalteten sich bei meinem Erbsenmaterial, wenn der ganze Sproß beleuchtet wurde, gar nicht. Nur wenn die Keimpflanzen sehr lange im Dunkeln gehalten wurden, trat manchmal (aber nicht immer), besonders kurz vor dem Absterben der Sproßspitze, eine unbedeutende Entwicklung der basalen Knospen[1]) ein. Die Bedeutung des Lichtes für diese sonderbare, streng lokalisierte Knospenreproduktion tritt da ganz deutlich zutage. Soviel sei bemerkt, daß es sich da nicht bloß um eine korrelative Wirkung der verdunkelten, nicht funktionierenden Laubblätter handelt; wurde nämlich bei der erwähnten Versuchsanordnung noch die unentfaltete Terminalknospe exponiert, so trieben die beleuchteten unteren Knospen nicht aus. Vielmehr scheinen einige Versuche für eine durch länger andauernde Verdunkelung herbeigeführte Aufhebung der korrelativen Tätigkeit des terminalen Vegetationspunktes zu sprechen. Und von den dadurch befreiten Lateralknospen wachsen natürlich nicht beliebige aus wie bei einer lange fortgesetzten Dunkelkultur, sondern ausschließlich die beleuchteten, was allerdings auch teleologisch leicht verständlich erscheint.

Entsprechende Beobachtungen über die Sistierung der korrelativen Funktion der terminalen Knospen durch Verdunkelung derselben habe ich bereits auch an anderen Pflanzen gemacht (z. B. *Scrophularia*), und es wird mir wohl möglich sein, bald ausführlicher darüber zu berichten. Worin jedoch der Einfluß des Lichtes besteht, konnte ich bisher nicht entscheiden, weil diesbezügliche Experimente noch nicht abgeschlossen sind. Auch will ich demnächst prüfen, wie sich gegenüber der Verdunkelung des Hauptsprosses z. B. die unterirdischen, also ebenfalls verdunkelten Sproßanlagen, Stolonen usw. (*Mentha*, *Circaea*, *Lysimachia vulgaris* u. a.) verhalten werden.

Zum Schluß dieser Mitteilung sei es mir gestattet, meinem

1) Ähnliches wurde von Ricome (1902) an älteren etiolierten *Ervum*- und *Faba*-Keimlingen beschrieben.

Lehrer Herrn Prof. Dr. B. NĚMEC für seine wertvollen Belehrungen, mit denen er meine Versuche begleitet, auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Zitierte Literatur.

BERTHOLD, 1904, Z. Physiol. d. pflanzl. Organis. T. II, H. 1, S. 184.
BLOCISZEWSKI, 1876, Landw. Jahrb., Bd. 5, S. 148.
BOIRIVANT, 1897, Ann sc. nat. S. VIII, Bd. 6.
DETMER, 1880, Vgl Physiol. d. Keimungsproz. S. 563, Anm. 1.
— 1882, Landw. Jahrb., Bd. 11, S. 224. Anm. 3.
GOEBEL, 1902, Biol. Cbl., Bd. 22, S. 385.
— 1908, Exp. Morphol., S. 100.
HABERLANDT, 1877, Bot. Ztg., Bd. 35.
JOST, 1891, Ber. bot. Ges., Bd. 12, S. 188.
LOPRIORE, 1904, Ber. bot. Ges., Bd. 22.
MACCHIATI, 1908, Bull. soc. bot. it., S. 141 (Ref. Bot. Cbl. Bd. 110).
MC CALLUM, 1905, Bot. Gaz., Bd. 40, S. 216.
MIKOSCH, 1878, Sitzungsber. Wien, Bd. 78, S. 271.
PERSEKE, 1877, Diss. Leipzig.
PFEFFER, 1904, Pflanzenphysiol., II, S. 101 u. 105.
RICOME, 1902, Rev. gén. de Bot, Bd. 14, S. 36.
TANGL, 1879, Sitzungsber. Wien, Bd. 78.
TREBITZ, 1905, Diss. Leipzig, S. 12.
VÖCHTING, 1878, Organbild., I., S. 162.
— 1884, Organbild., II., S. 66
WALZ, 1877, Univ. Odessa, Bd. 20. (Ref. JUST, Bd. 5, S. 348)
WIESNER, 1877, Entsteh. d. Chloroph., S. 72.
— 1895, Sitzungsber. Wien, Bd 104, S. 685.
— 1905, Sitzungsber. Wien, Bd. 114.

Prag, Pflanzenphys. Inst. d. böhm. Universität.

Sitzung vom 24. Juni 1910.

Vorsitzender: Herr I. URBAN.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Harder, Richard, stud. bot. in **Kiel**, bot. Institut der Universität (durch J. REINKE und E. KÜSTER).

Szücs, Josef, in **Györ**, Ujvaros, Kossuthstraße 26 (Ungarn) (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Jenčič, Dr. **Alois**, in **Wien VIII**, Stolzenthaler Gasse 4 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

v. Włodek, Johann, in **Dabrowica**, Post Chrostowa (Galizien) (durch H. FISCHER und A. HEILBRONN).

Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, in **Svalöf** (Schweden) (durch E. JAHN und P. CLAUSSEN), und die Damen:

Houtermans, Elsa, in **Wien I**, Börneplatz 6 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Abkanowicz, Erna, in **Wien IX**, Burggasse 29 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Als ordentliches Mitglied wird proklamiert Herr

Gehrmann, Dr. **K.**, in **Apia**.

Mitteilungen.

30. Ernst Schaffnit: I. Merulius domesticus und silvester, Arten oder Rassen? 2. Merulius domesticus Falck im Freien.

(Eingegangen am 2. Juni 1910.)

Im Spätherbst 1907 beobachtete ich in der Umgebung von Bromberg an verschiedenen Orten im Freien Hausschwamm, so auf dem Holzplatz eines größeren Dampfsägewerks an nicht weniger als 4 Stellen. Ich fand hier Fruchtkörper an Lagerhölzern (auf denen das geschnittene Holz zum Austrocknen luftig gestapelt wird) ebenso an bereits länger liegenden Balken- und Dielenhölzern. Besonderes Interesse hatte aber ein Fall, in dem ich wohlausgebildete Fruchtkörper an dem Beipfahl eines, das Schutzdach eines offenen Bretterschuppens tragenden Pfostens fand. Der Pfosten war an der Basis abgefault und zu seiner Unterstützung zwei Jahre vorher der Beipfahl, ca. 1 Meter tief in die Erde gerammt, angelegt worden.

Der Pilz wurde photographiert und die Fruchtkörper wegen der Gefahr der Sporenverbreitung entfernt, das erkrankte Holz wurde zunächst an Ort und Stelle gelassen. Im April 1908 erschienen die Fruchtkörper von neuem, ebenso im Herbst des gleichen Jahres und dann wieder im Mai 1909. Nach zweijähriger Beobachtung am Standorte wurde der Beipfahl ausgegraben, in zwei Teile zerschnitten und die obere Hälfte in einem Pflanzkübel, die untere bereits stark zerstörte Hälfte gleichzeitig mit dem Abschnitt eines gesunden Baumstammes ins Freie auf dem Versuchsfeld der Abteilung ausgepflanzt.

In dem feucht gehaltenen Pflanzkübel erschienen schon nach vier Wochen weiße Mycelpolster, aus denen sich Fruchtkörper entwickelten. An dem Holz auf dem Versuchsfeld war im ersten Jahre nichts zu sehen; erst im Mai dieses Jahres hat sich der erste Fruchtkörper dicht über der Erdoberfläche entwickelt, während der Pilz an dem Holzabschnitt im Pflanzkübel feucht gehalten in der Kultur bei ca. 15—20° C andauernd fruktifiziert.

Die Trennung des seitherigen *Merulius lacrymans* von FALCK

in eine domestizierte Art, „*Merulius domesticus*“ und eine wilde Art „*Merulius silvester*“ hat MEZ[1]) abgelehnt und beide Pilze für ineinander überführbare Rassen erklärt. Zur Nachprüfung dieser Frage, der neben dem systematischen Interesse eine besondere Bedeutung für die Bautechnik zukommt[2]), bot mir das interessante Material die beste Gelegenheit. Um Anregung zu weiteren Beobachtungen und Nachprüfungen zu geben, soll über die Ergebnisse in dieser vorläufigen Mitteilung in Kürze berichtet werden.

Zunächst wurden Reinkulturen angelegt und diese auf ihre physiologischen Eigentümlichkeiten nach der von FALCK gegebenen Methode geprüft, um zu entscheiden, ob es sich um die eine oder die andere, oder eine Übergangsform handelt. Die Reinkulturen wurden durch Myceltibertragung von der sterilen Zuwachszone jugendlicher Fruchtkörper auf Agar gewonnen, da es mir nicht gelang, die gesammelten Sporen in der von MÖLLER[3]) angegebenen Nährlösung zum Keimen zu bringen. Nach FALCK ist der im Freien vorkommende Pilz im Wald, an Zäunen, auf Holzplätzen usw. „*Merulius silvester*“. So mußte ich nach dem Standort meinen Pilz für einen *Silvester* halten. Zu meiner Überraschung wiesen die Reinkulturen jedoch die physiologischen Merkmale des *Domesticus* auf. Das Wachstumsoptimum des Myzels liegt bei 18—20° C, bei 26° ist das Wachstum bereits sistiert. Gleichzeitig habe ich Reinkulturen auch bei verschiedenen Temperaturen kultiviert und in bestimmten Zeitabschnitten ihr Längenwachstum geprüft; über die Ergebnisse soll später berichtet werden.

Neben den physiologischen Daten hat FALCK kürzlich noch morphologische Artmerkmale für Fruchtkörper und Sporendiagnose angegeben[4]). Nach diesen weist der Fruchtkörper von *Merulius domesticus* eine subhymeniale Gallertschicht und eine bestimmte Faltenbreite des Hymeniums auf. Eine Gallertschicht weisen auch meine Fruchtkörper auf, die Faltenbreite beträgt im Durchschnitt ca. 400—600 μ. Als Charakteristikum kommt nach FALCK u. a. auch die Fruktifikation in der künstlichen Kultur in Betracht. *Domesticus* fruktifiziert in künstlicher Kultur, *Silvester* kommt nicht

1) MEZ, Der Hausschwamm und die übrigen holzzerstörenden Pilze der menschlichen Wohnungen. S. 65. Dresden 1908.

2) Dem *M. s.* kommt nach FALCK eine weit geringere Zerstörungsfähigkeit zu wie dem *M. d.* (Hausschwammforschungen Heft 1, 1907, S. 89).

3) MÖLLER, Hausschwammuntersuchungen, Hausschwammforschungen. S. 40. Jena 1907.

4) Bericht über die 3. Sitzung der Beratungskommission für Forschungen auf dem Gebiete der Hausschwammfrage, Hausschwammforschungen Heft 3, 1909.

zur normalen Fruktifikation. Da mein *Merulius* in der künstlichen Kultur in ausgiebigstem Maße fruktifiziert, so ist auch durch diesen Faktor die Artdiagnose gesichert.

Was nun die Konstanz der von Falck aufgestellten Arten anlangt, so sind unsere Ergebnisse äußerst interessant und absolut eindeutig. Der *Merulius* am Beipfahl ist nachweislich wie ich später darlegen werde, bereits an der Stelle seit sieben Jahren vorhanden und hat während dieser Zeit die dem *Domesticus* eigenen Merkmale beibehalten. Man kann wohl weiter annehmen, daß unser Pilz (ursprünglich) aus einem Gebäude auf den Holzplatz gelangt ist, denn ein *Silvester* wäre doch nicht unter normalen Verhältnissen im Freien in den *Domesticus* übergegangen. Sind nun bei einem *Domesticus* während eines so langen Zeitraumes die Artmerkmale trotz veränderter Vegetationsbedingungen konstant geblieben, so ist a priori die Annahme gerechtfertigt, daß auch der *Silvester* konstante, zur Aufstellung einer besonderen Art berechtigende Merkmale beibehält. Die Vermutung Möllers[1]), daß der *Merulius* bei Eberswalde s. Z. eine rückläufige Wanderung angetreten habe und aus einem schwamminfizierten Hause in der Nähe stammte (wenn es sich wirklich nur um einige Jahre handelte), kann nach den auf das gewissenhafteste durchgeführten Prüfungen meines *Merulius*, der mit Sicherheit bereits seit sieben Jahren im Freien vegetiert und heute noch die unveränderten morphologischen und physiologischen Merkmale des *Domesticus* aufweist, nicht zutreffen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich:

1. Das Vorkommen des *Merulius domesticus*, das Falck auf Gebäude beschränkt, im Freien.
2. Der Nachweis, daß *Merulius domesticus* und *silvester* nicht verschiedene Rassen sondern konstante Arten darstellen.

Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelms-Instituts für Landwirtschaft in Bromberg.

1) Möller, l. c. S. 32.

31. M. Nordhausen: Über die Wechselbeziehung zwischen Inflorescenzknospe und Gestalt des Stützblattes bei einigen Weidenarten.

(Mit 1 Textfigur.)

(Eingegangen am 2. Juni 1910.)

Bei manchen Weiden haben die Kätzchenknospen mit Abschluß der vorjährigen Vegetationsperiode bereits eine Größe erlangt, die die der vegetativen Knospen ganz erheblich übertrifft. Dabei kann man bisweilen beobachten, daß bei gewissen Weidenarten die Stützblätter im Sinne eines besseren Knospenschutzes eine teilweise Formänderung erfahren haben, wodurch sich die fertilen Tragblätter in charakteristischer Weise von den rein vegetativen unterscheiden. Mit Rücksicht auf die eventuellen Ursachen dieser Formunterschiede erschien mir dieser Fall beachtenswert genug, um ihn an einem speziellen Beispiel näher zu verfolgen. Ich wählte hierzu *Salix Lapponum*, von der ein Exemplar im hiesigen botanischen Garten kultiviert wird[1]). Die fertilen Knospen befinden sich einzeln oder gruppenweise hintereinander geordnet für gewöhnlich etwas unterhalb der Sproßmitte inseriert. Bereits im Herbst sind sie stark angeschwollen und haben ein Volumen erreicht, das ein vielfaches des der vegetativen, sehr kleinen Knospen darstellt. Durch ihre kräftige, goldbraune Farbe zeichnen sie sich auch vor letzteren aus, die mit einem dichten Haarkleid versehen unscheinbar graugrün aussehen. Die Blattstiele sämtlicher Blätter sind an ihrer Basis mehr oder minder verbreitert und umschließen muschelförmig die dazu gehörige Axillarknospe. Während nun aber die Spreiten, abgesehen von den durch die Stellung am Sproß bedingten Größenunterschiede (an der Basis und Spitze sind sie bekanntlich kleiner), keine wesentlichen Differenzen untereinander aufweisen, machen sich solche an den Stielen, je nachdem sie eine fertile oder vegetative Knospe stützen, deutlich bemerkbar. (Vgl.

1) Wie eine nachträgliche Kontrolle zeigte, handelt es sich sehr wahrscheinlich nicht um die reine Stammart, sondern um einen Bastard. Da keine der vorhandenen Kätzchenknospen sich in diesem Jahre weiter entwickelt hatte, war leider eine genauere Bestimmung nicht mehr möglich, was für die von mir verfolgten Zwecke ziemlich wenig ausmacht.

die nebenstehende Skizze, die oben eine vegetative, unten zwei fertile Knospen veranschaulicht.) Zunächst kommt die Länge der Blattstiele in Betracht. Nach einer größeren Zahl von Messungen, bei denen nur direkt aufeinander folgende und somit vergleichbare Blätter gewählt wurden, ergab sich ein Verhältnis von 1,5 : 1, d. h. die Stiele der fertilen Blätter waren ungefähr um die Hälfte länger als die sterilen. Weit auffälliger sind die Unterschiede in bezug auf die scheidenartig erweiterten Stielbasen. In der Ebene ausgebreitet zeigt ihre Dreiecksform bei ersteren einen mehr als vierfachen Flächeninhalt als bei letzteren; an der breitesten Stelle

sind sie über noch mal so breit. Dasselbe gilt für das Verhältnis der Längsstreckung. Bei ähnlicher, runzliger Beschaffenheit ihrer Außenseiten leuchten diese im Spätsommer bei den fertilen Blättern in kräftigem Zitronen- bis Orangegelb, im Gegensatz zu der nur unscheinbar gelblichen Farbe bei den sterilen Blättern. Wenn auch der Hauptsache nach, so sind doch die Unterschiede keineswegs rein quantitativer Art. Trotz der ungleichen Länge der ganzen Blattstiele erweist sich das obere dünne Teilstück bei beiden als gleich groß; hauptsächlich der scheidenartige Teil zeigt den Unterschied. Aber auch hier hat nicht schlechthin eine allgemeine Flächenzunahme stattgefunden, wie wir, ohne erst auf die Entwicklungsgeschichte näher eingehen zu müssen, aus folgendem schließen dürfen: Beim Eintritt des großen Gefäßbündels aus dem Blattstiel

in den Scheidenteil spaltet sich dieses in drei Stränge, einen mittleren und zwei seitlich dicht am Rande entlanglaufende. Die Scheideninnenseite ist nun in charakteristischer Weise von ziemlich dicht stehenden Haaren besetzt, die einmal den oberen Teil der „Scheide" einnehmen und dann nach unten zu die drei Nerven begleiten. Bei dem vegetativen Blatt reichen sie vollständig bis zur Basis, bei dem fertilen dagegen hören sie, bei sonst durchaus gleicher Anordnung schon ein Stück vorher auf. Dies dürfte darauf hindeuten, daß in letzterem Falle seitens des Blattgrundes ein besonderes, unbehaartes Stück eingeschaltet worden ist. Noch deutlicher tritt dies bei einer anderen, sich ähnlich verhaltenden Weidenart hervor, *Salix daphnoides*, wo im Gegensatz zu unserer Pflanze die Nebenblätter besser ausgebildet sind. Letztere sind durchschnittlich am fertilen Blatt ein wenig größer als am sterilen und bei ersterem durch ein eingeschaltetes Stück der Stielbasis von der Sproßachse getrennt, während sie bei dem gewöhnlichen Blatt direkt neben der Ansatzstelle inseriert sind.

Mikroskopische Querschnitte durch den Scheidenteil zeigen auch in der Dicke deutlich Unterschiede; der größere ist fast um die Hälfte dicker. Dabei scheint es sich nur um eine verhältnismäßig geringe Vermehrung der Zellelemente in der Querrichtung zu handeln, die Zellen selbst sind aber auch in entsprechendem Maße größer, jedoch bis auf die Epidermis merklich zartwandiger. In beiden Fällen handelt es sich um ein lockeres, teilweise kollenchymatisch verdicktes Parenchym von runden bis isodiametrischen, bisweilen ein wenig in der Längsrichtung des Schnittes oval gestreckten Zellen, das reichlich von Interzellularen, in der Mitte sogar von ziemlich großen und unregelmäßigen Luftlücken durchsetzt ist. Anzeichen einer stärkeren Streckung der Zellelemente in der Längsrichtung des Schnittes fehlen bei der großen Scheide ebenso, wie bei der kleinen. Schon aus diesem Grunde kann also die Umwandlung des Blattgrundes nicht rein mechanisch durch passives Wachstum erklärt werden, wie es als eine Folge der Volumenzunahme der Axillarknospe vielleicht hätte gedeutet werden können. Dagegen spricht auch die Streckung in der Längsrichtung der Stielachse, in der eine Zugwirkung niemals zustande kommt. Auch kann man sich tatsächlich davon überzeugen, daß im Laufe der Hauptentwickelung eine Spannung zwischen Knospe und Scheide nicht besteht, erst ganz zum Schluß tritt eine solche in geringem Grade hervor. Dies ist wichtig, wenn wir uns die Frage nach den Bedingungen der Umwandlung vorlegen. Durch einen einfachen Versuch habe ich nachweisen können, daß hier zwischen

dem Tragblatt und seiner Axillarknospe eines jener zahlreichen Beispiele korrelativer Abhängigkeit besteht.

Schon in der freien Natur fand ich nicht selten halbentwickelte Kätzchenknospen, die aus unbekannten Ursachen frühzeitig abgestorben waren. Hier zeigte auch das dazugehörige Tragblatt nur eine unvollständige Umbildung. Künstlich suchte ich nunmehr die Knospen in ganz jungen Stadien zu entfernen, was ohne Schwierigkeit gelang. Wenn im Frühjahr sich die vegetativen Knospen entfalten, jedoch die Blätter noch nicht mehr als die Hälfte ihrer zukünftigen Größe erreicht haben, ist ein Unterschied zwischen ihnen noch nicht zu erkennen, während ihre Axillarknospen selbst überhaupt noch nicht oder nur mit ihren Spitzen aus des Axeln soeben sichtbar werden. Bald treten aber bei weitergehender Entwicklung die ersten sichtbaren Unterschiede hervor. Sobald nun ein bestimmtes Blatt in dem Verdacht stand, eine fertile Knospe in seiner Axel zu bergen, wurde diese mittels einer feinen, spitzen Pinzette in vorsichtiger Weise, unter Vermeidung jeder anderweitigen Verletzung aus ihrem taschenförmigen Versteck ganz oder teilweise entfernt. Durch eine mikroskopische Kontrolle der exstirpierten Stücke (die Blütenanlagen waren stets schon deutlich erkennbar) wurde jedesmal die Richtigkeit meiner Mutmaßung geprüft und gegebenenfalls das betreffende Blatt markiert. Derartig behandelte Blätter zeigten keinerlei Störungen in ihrer weiteren Entwicklung. Sie erreichten wie die übrigen ihre normale Größe, jedoch unterblieb die beschriebene Umwandlung vollständig, sofern die Knospe, wie ausnahmslos geschehen, abgetötet worden war. Wenn die Operation früh genug erfolgt war, ließ sich zum Schluß absolut kein Unterschied gegenüber den vegetativen Blättern mehr feststellen.

Eine andere Versuchsanstellung, die gewissermaßen zur Kontrolle hätte dienen sollen, verlief negativ. Durch frühzeitiges Dekapitieren eines Laubsprosses hoffte ich die der Wunde am nächsten stehenden Axillarknospen, die unter solchen Umständen bekanntlich den Ersatz des Gipfeltriebes übernehmen, zu stärkerem Anschwellen zu bringen. Leider trat dies in merkbarer Weise nicht ein; die Frage, ob eine entsprechende Änderung des Tragblattes erfolgt wäre, blieb somit unentschieden. Beiläufig sei bemerkt, daß an gewöhnlichen Laubtrieben die obersten Seitenknospen, von denen eine normalerweise den bekanntlich stets verloren gehenden Haupttrieb zu ersetzen pflegt, häufig etwas stärker angeschwollen sind, ohne daß allerdings das Tragblatt irgendwelche Veränderungen aufweist.

Unsere Versuche zeigen, daß zwischen dem Axillartrieb und dem Stützblatt eine Korrelation besteht, wie sie in ganz anderer Art und umgekehrtem Sinne von GOEBEL[1]) und neuerdings besonders von DOSTAL[2]) beschrieben wurde: das abgeschnittene oder inaktivierte Blatt hat eine Wachstumsförderung des Axillartriebes zur Folge.

Der oben beschriebene Fall scheint mir insofern ein besonderes Interesse zu beanspruchen, als die beschriebenen Veränderungen sich in Bahnen bewegen, wie sie der Metamorphose der Laubblätter zu Hoch- und Niederblättern vorgeschrieben sind. Erstere kommen bekanntlich nach GOEBEL[3]) ebenso wie viele Niederblätter unter anderem durch eine Verbreiterung und Verlängerung des Blattgrundes zustande, wie dies besonders deutlich an den so mannigfach auftretenden Übergangsformen zum Laubblatt zutage tritt. An letztere würde ev. auch in unserem Falle zuerst zu denken sein, da es sich ja um die gleiche Funktion des Schutzes eines Blütensprosses handelt, obwohl allerdings auch Niederblätter diese Funktion übernehmen, z. B. bei *Hepatica*, Obstbäumen usw. Im übrigen sind bekanntlich die Unterschiede zwischen Nieder- und Hochblättern nur mehr topographische[4]). Damit soll aber keineswegs gesagt sein, daß gerade spezifische Eigenschaften des Blütensprosses notwendigerweise mit der Umwandlung im Zusammenhange stehen. Es ist sogar wahrscheinlich, daß an sich das schnellere und intensivere Wachstum der Knospe den Ausschlag gegeben hat, ein Fall, der sich ebensogut an einer vegetativen Knospe hätte wiederholen können.

---

1) GOEBEL, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Bot. Zeit. 1880, S. 804.

2) R. DOSTAL, Die Korrelationsbeziehung zwischen dem Blatt und seiner Axillarknospe. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1909. Bd. XXVII, H. 9.

3) Organographie. 1898. S. 581.

4) GOEBEL, Organographie, S. 578–579.

32. Hermann Kaserer: Zur Kenntnis des Mineralstoffbedarfs von Azotobakter.

(Eingegangen am 4. Juni 1910.)

Die meisten Bodenbakterien, sofern sie kohlensäureautotroph sind oder auf einfach zusammengesetzten Substraten, wie z. B. Dextrose, Zellulose usw. mit ausschließlich mineralischen Zusätzen gezüchtet werden, wachsen nur schwierig. Z. B. wurden bis heute Versuche über Zersetzung von Zellulose in Reinzuchten nicht durchgeführt, die Frage, ob Leguminosenbakterien in reinen Zuckerlösungen Stickstoff binden können, ist unentschieden usw.

Als ich nun von meinen bei dem Studium der Organismen, welche Wasserstoff oxydieren (1), gemachten Erfahrungen ausgehend, mit Hilfe der „Differentialmethode" die Frage der Oxydation des Ammoniummonocarbonates, des Ammoniumbicarbonates, des elementaren Stickstoffes, des Nitrites, des Harnstoffes usw. in Angriff nahm, konnte ich bald feststellen, daß es zahlreiche Bakterien gibt, welche als spezifische Organismen in der Lage sind, derartige Oxydationsvorgänge durchzuführen und daß als „primäre Assimilationsprodukte" zahlreiche einfach zusammengesetzte Körper, z. B. Kohlenoxyd, Formaldehyd, Methylalkohol, Ameisensäure, Äthylalkohol, Essigsäure usw. auftreten und dementsprechend auch die Ausgangsstoffe in verschiedener Weise oxydiert werden können, wobei sich zeigte, daß alle Organismen, deren primäres Assimilationsprodukt nicht Kohlenoxyd war, auf Gelatine wuchsen. Aber auch bei diesen Prozessen zeigten sich, wenn sie mit Reinzuchten eingeleitet wurden, immer dieselben Schwierigkeiten, daß nämlich die Reinzucht mitunter vollständig versagte, immer aber nur kümmerlich wuchs (2) (3).

Da die bei Reinzuchten autotropher Bakterien stets auftretenden Schwierigkeiten große Ähnlichkeit hatten mit jenen Störungen, die bei stickstoffbindenden Organismen, besonders Azotobakter, häufig sich einstellen, so machte ich mich daran, auch diese Störungen in den Kreis meiner Untersuchungen einzubeziehen.

Nach mancherlei Irrgängen konnte ich zunächst feststellen, daß nicht gereinigter Traubenzucker, der an und für sich ein schlechter Nährstoff für Azotobakter war, ein weit besserer Nährboden wurde, wenn eine Spur Ferrocyankalium zugesetzt wurde.

Da die Stickstoffbindung gerade durch diesen Zusatz erheblich erhöht wurde, so lag es nahe, daß das Ferrocyankalium nicht als Stickstoffquelle, sondern als Eisenquelle in Betracht käme, und daß die üblichen Nährböden, in denen die Konzentration des Nährstoffes Eisen infolge des Überschusses an Kaliumphosphat durch die Löslichkeit der Eisenphosphate bestimmt wird, eben für die Bakterien zu wenig zugängliches Eisen enthalten.

Als ich aber Versuche mit Ferrocyankalium und reiner Dextrose anstellte, so stellten sich die alten Schwierigkeiten wieder ein. Damit war festgestellt, daß nicht der Nährstoff Eisen allein in unzulänglicher Menge löslich war, sondern auch andere zunächst unbekannte Stoffe. Da nun in den verwendeten Lösungen die Nährstoffe Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Phosphor, Schwefel, Chlor und Mangan in löslichen Formen geboten wurden, kamen diese Stoffe nicht in Betracht. Da die qualitative Analyse der Asche des unreinen Traubenzuckers die Anwesenheit von Aluminium und Kieselsäure in geringen Mengen ergeben hatte, wurden nun mit Verbindungen dieser Stoffe Versuche angestellt. Schon der Zusatz von Aluminiumsulfat oder Phosphat zur Ferrocyankalium-Dextroselösung bewirkte eine geringe Steigerung der Stickstoffbindung und besseres Wachstum, zeigte aber doch, daß ähnlich dem Eisen auch das Aluminium als Phosphat infolge seiner geringen Löslichkeit den Bakterien nicht hinreichend zugänglich sei. Entsprechend dem ursprünglich gestellten Programme, eine Nährflüssigkeit für pantotrophe Bakterien usw. zu schaffen, wurden Versuche mit organischen Verbindungen prinzipiell nicht angestellt, im Gegenteile auch das Ferrocyankalium eliminiert, als sich zeigte, daß dieser Stoff von vorläufig nicht näher bestimmten Bakterien in Rohkulturen angegriffen wird und verschwindet.

Da es nun gelang, durch Mischen verdünnter Lösungen der Sulfate von Eisen, Aluminium usw. mit Wasserglaslösungen kolloidale Lösungen von Silikaten dieser Metalle herzustellen, wurden zunächst diese Flüssigkeiten benützt. Aber gar bald zeigte sich, daß derlei kolloidale Silikate für Bakterien nicht resorbierbar seien.

Nach weiteren zahlreichen Versuchen gelang es endlich, durch Dämpfen von Wasserglaslösungen mit den Phosphaten des Eisens und Aluminiums unter Druck Flüssigkeiten herzustellen, die sowohl Eisen als Aluminium wenigstens zu einem kleinen Teile in einer Form enthielten, die den Bakterien zugänglich war. Mit einem aus der Erde des Versuchsfeldes in Groß-Enzersdorf frisch gezüchteten Azotobakter-Stamm wurden z. B. in 100 ccm einer Lösung, die außer 1 pCt. Dextrose enthielt K_2HPO_4 0,05 pCt., $MgSO_4$ 0,02 pCt.,

$CaCl_2$ 0,01 pCt., NaCl 0,01 pCt. in destilliertem Wasser, in 14 Tagen bei 28° folgende Stickstoffreingewinne im Mittel mehrerer Versuche erhalten:

1. 5 g Erde, steril 6,70 mg.
2. Nährlösung ohne Fe und Al fast kein Wachstum.
3. Nährlösung mit 0,01 pCt. Ferrosulfat 0.5 mg N_2.
4. Nährlösung mit Ferrocyankalium, Mangansulfat, Aluminiumsulfat 1,05 mg N_2.

Es ergab somit der benützte Stamm in derartigen reinen Lösungen fast keine Stickstoffbindung mit dementsprechend schlechtem Wachstum. Ähnlich verhielten sich auch andere Stämme.

Dagegen ergab sich eine Stickstoffbindung von 7,50 mg bei folgendem Nährboden:

Lösung 5.

I.	Dextrose	1,0 g
	Gips, krystallisiert . .	0,1 „
	Magnesiumsulfat . .	0,02 „
	Manganchlorür . . .	0.002 „
	H_2O	50.0 „
II.	Aluminiumphosphat .	0.2 g
	Eisenoxydphosphat .	0,1 „
	Natriumphosphat . .	0.02 „
	Kaliumsilikat . .	0.1 „
	H_2O	50.0 „

Jede Lösung für sich auf 2 Atm. erhitzt; nach dem Erkalten steril vereinigt.

1 g Dextrose wurde in 14 Tagen nicht vollkommen aufgebraucht.

Auf die zahlreichen Versuche, die mit derartigen Silikophosphaten angestellt wurden, kann hier nicht näher eingegangen werden, es ergab sich aus denselben, daß sowohl Eisen als Aluminium nötige Nährstoffe für Azotobakter sind; ob auch die Kieselsäure nötig ist, konnte bei dieser Art der Versuchsanstellung überhaupt nicht entschieden werden.

Am meisten Stickstoff, nämlich 12.25 mg, wurde bei folgendem Versuche gebunden:

Aluminiumsulfat 2 g

Eisenchlorid 0,5 g wurden in H_2O gelöst, mit Na_2HPO_4 gefällt, abgesaugt; mit H_2O aufgeschwemmt und durch Zusatz von 3 g Kaliumsilikat in H_2O zur Lösung gebracht.

Nach dem Dämpfen auf 2 Atm. wurde auf 1 l aufgefüllt und zu 50 ccm pipettiert.

Die Gegenlösung enthielt Dextrose . . 1,0 g
Gips . . . . 0,1 „
Magnesiumsulfat 0,01 „
Mangansulfat . 0,01 „
H_2O . . . . 50,0 „

Der gesamte Zucker wurde in 10 Tagen verbraucht. Da jedoch auch diese Kultur noch weniger Stickstoff lieferte und langsamer wuchs als Rohkulturen, in denen Fe und Al durch die Säurebildner aus der Impferde löslich gemacht werden, so werden die Versuche fortgesetzt. Versuche mit verschiedenen Azotobakterstämmen zeigten, daß das Bedürfnis nach Eisen und Aluminium bei verschiedenen Stämmen verschieden groß ist. Bemerkenswert ist auch, daß ein normaler Azotobakterstamm durch Überschuß von Eisen in der Nährlösung veranlaßt wurde, nur Langstäbchen, durch Aluminium im Überschuß, nur Kokken zu bilden und daß dann, wenn Eisen und Aluminium vorhanden waren, Mangan dagegen fehlte, mitunter Torula-ähnliche Riesenzellen entstanden. Überimpfungen auf Erbsenagar zeigten jedesmal wieder das normale Wachstum.

Versuche mit anderen Bakterien, auch in Lösungen, die Stickstoff als Ammon oder Nitrat enthielten, verliefen vollkommen in gleicher Weise.

Knöllchenbakterien von *Trifolium pratense* z. B., die in der Lösung 2, 3, 4 überhaupt nicht wuchsen, lieferten in der 5. 2,00 mg N_2, Radiobakter lieferte 1,35 mg usw.

In Dextroselösungen, die Stickstoff enthielten, war das Wachstum verschiedener Bakterien bei Abwesenheit löslichen Eisens oder Aluminiums stets kümmerlich und nicht zu vergleichen mit dem Wachstum in organischen Dekokten, besserte sich aber bedeutend auf Zusatz von Silikophosphaten. Es scheint somit, daß alle Bakterien einen gewissen Bedarf nach Eisen und Aluminium haben, der durch die gebräuchlichen organischen Nährböden vollkommen gedeckt wird und auch auf eiweißfreien Nährböden erst bei Abwesenheit organischer Säuren in Erscheinung tritt, da die organischen Säuren die Ausfällung der in Spuren überall, besonders aus dem Glase vorfindlichen Eisen- und Aluminiumverbindungen verhindern.

Nun erklärt sich auch, daß nach BEIJERINCK (4) nur organische Säuren als Kohlenstoffquelle für Azotobakter in Betracht

kommen, nach anderen Autoren auch Dextrose, Mannit usw.; da nämlich die verschiedenen Leitungswässer, Gläser, Reagentien usw. sich eben so verschieden verhalten wie die Bakterienstämme, so mußten die Resultate verschieden ausfallen. Wenn der Mineralstoffbedarf der Bakterien gedeckt wird, so können sowohl Azotobakter als auch denitrifizierende Mikroben Kohlehydrate ebensogut verwerten wie organische Säuren.

Die günstigen Erfahrungen, die KRZEMENIEWSKI mit Humaten, LÖHNIS mit Erdextrakt usw. machten, finden ebenfalls im Mineralstoffbedarf der Bakterien ihre Erklärung.

Die umfangreichen Details meiner Untersuchungen werden in der Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich veröffentlicht werden.

Der Weg, auch auf Nährböden, die frei sind von Eiweiß und von organischen Säuren, ein freudiges Wachstum zu erzielen, ist gefunden, und es ist nur eine Frage der Zeit, daß die Resultate der Reinkulturen jene der Rohkulturen nicht bloß erreichen, sondern sogar übertreffen. Damit fallen aber jene Schwierigkeiten, die sich bisher der Kultur der pantotrophen Mikroorganismen, zu denen auch die auf Gelatine wachsenden Salpeterbakterien gehören, bei autotropher Lebensweise entgegenstellten, hinweg, und da meine Vorarbeiten weit vorgeschritten sind, so hoffe ich in kurzer Zeit auch über jene Mikroben, die elementaren Stickstoff nitrifizieren können, eingehend berichten zu können.

Landwirtschaftliche Laboratorien und Versuchswirtschaft der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Literatur.

1. KASERER, HERMANN, Die Oxydation des Wasserstoffes durch Mikroorganismen, Centralbl. Bakt. II. Abt. XVI, 1906, S. 681.
2. KASERER, HERMANN, Über einige neue Stickstoffbakterien mit autotropher Lebensweise (Vorläufige Mitteilung). Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen, Österr. 1907, S. 37—42.
3. KASERER, HERMANN, Ersatz des Chilisalpeters in der Zukunft vom biologischen Standpunkte. VIII. Internat. landw. Kongreß, Wien 1907, Sektion III/A., Referat 4 *b*.
4. BEIJERINCK, M. W., Binding van orije atmospherische stickstof door Azotobakter in reinkultur. Referat Centralbl. Bakt. II, Abt. XXII. 1909, 443.

33. A. Schulz: Einige Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens.

II.

(Eingegangen am 16. Juni 1910.)

Wie ich im ersten Abschnitte dieser Abhandlung[1]) gesagt habe, spricht alles dafür, daß sich die Arten der indigenen Phanerogamenflora Skandinaviens, die schon vor ihrer Ansiedlung in Skandinavien durchaus höherer Sommerwärme bedürftig waren, sämtlich bereits vor der Zeit des Hochstandes des Litorinameeres in Skandinavien angesiedelt haben. Hinsichtlich der Zeit und Art ihrer Ansiedlung in Skandinavien bilden sie jedoch keine Einheit; sie müssen vielmehr in dieser Hinsicht in drei allerdings ineinander übergehende Gruppen zusammengefaßt werden[2]). Die Glieder der ersten von diesen Gruppen wachsen vorzüglich in Gegenden, deren Sommermonate trockener und heißer und deren Wintermonate trockener und kälter als die der niederen Gegenden des zentralen Mitteldeutschlands sind, die der zweiten Gruppe wachsen vorzüglich in Gegenden, deren Sommer und Winter wärmer als die dieser Gegenden sind, während die der dritten Gruppe eine bedeutend weitere klimatische Anpassung haben und in sich die klimatischen Bedürfnisse der Glieder der ersten und der zweiten Gruppe vereinigen. Wie ich dargelegt habe, läßt es sich kaum bezweifeln, daß die Glieder dieser Gruppen im nördlicheren Europa weitere

1) Diese Berichte Bd. 28 (1910) S. 126 u. f.

2) Nach SERNANDERs Meinung (Stipa pennata, a. a. O. S. 414) zerfallen die skandinavischen Ansiedler seiner subborealen Periode — also meiner ersten heißen Periode — in mehrere Gruppen, deren eine, zu der er *Stipa pennata* rechnet, er als die der xerothermischen Gewächse bezeichnet. Da sich diese Gewächse, wie gesagt, nach seiner Meinung in Skandinavien in seiner — in die Zeit nach dem Maximum der Litorinasenkung fallenden — subborealen Periode angesiedelt haben, so hält er diese Periode für identisch mit BRIQUETs xerothermischer Periode und bezeichnet sie (a. a. O.) als „den xerotermiska perioden par préférence". Ich habe häufig darauf hingewiesen, daß BRIQUETs xerothermische Periode keine Einheit ist, daß man also von einer xerothermischen Periode in BRIQUETs Sinne nicht sprechen kann. Vgl. hierzu SCHULZ, Über BRIQUETs xerothermische Periode I, II u. III, Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 22 (1904) S. 235 u. f., Bd. 25 (1907) S. 286 u. f., Bd. 26a (1908) S. 796 u. f.

Wanderungen nur in Zeiten ausgeführt haben können, die klimatisch bedeutend günstiger als die Jetztzeit für sie waren[1]). Ihre Einwanderung und Ansiedlung in Skandinavien kann also nicht in derselben Zeit stattgefunden haben. Offenbar fällt ein klimatisch für die Glieder der zweiten der drei Gruppen sowie für die den Gliedern dieser Gruppe hinsichtlich ihrer klimatischen Anpassung gleichenden Individuengruppenreihen der Glieder der dritten der Gruppen günstiger Zeitabschnitt unmittelbar vor die erste kühle Periode. Ihm ging die Zeit der Einwanderung und Ansiedlung der Glieder der ersten Gruppe und der diesen in ihrer klimatischen Anpassung gleichenden Individuengruppenreihen der Glieder der dritten Gruppe voraus. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese — von mir als trockenster Abschnitt der ersten heißen Periode bezeichnete — durch trockene und heiße Sommer ausgezeichnete Zeit sich nicht unmittelbar an die Zeit des Abschmelzens des Eises der letzten Eiszeit anschloß, sondern, daß ihr noch ein dem ihr folgenden Zeitabschnitte ähnlicher Zeitabschnitt vorausging[2]). Ob die Ansiedlung der Arten der zweiten Gruppe und der

1) Etwas Bestimmtes läßt sich über das Klima dieser Zeiten nicht sagen.

2) ANDERSSON verlegt — vgl. z. B. The climate of Sweden, a. a. O. S. 58 u. f. — die Ansiedlung der Glieder dieser drei Gruppen in Skandinavien im Gegensatz zu SERNANDER in die Zeit vor dem Maximum der Litorinasenkung. Nach seiner Meinung — vgl. den ersten Abschnitt der vorliegenden Abhandlung — schloß sich an die Abschmelzperiode (late-glacial period) der letzten Eiszeit ein langer Zeitabschnitt an, in dem in Skandinavien die Wärme zunahm, bis sie ihr Maximum erreichte, um dann langsam und offenbar bis zur Gegenwart fortdauernd wieder zu sinken. Wenn diese Annahme richtig wäre, so würden wohl nur sehr wenige der Glieder der drei Gruppen gegenwärtig in Skandinavien vorkommen und diese würden hier eine von ihrer gegenwärtigen wesentlich abweichende Verbreitung haben. ANDERSSONs Annahmen stützen sich einzig auf die Ergebnisse der Untersuchung der aus der Zeit vom Beginne des Abschmelzens des Eises der letzten Eiszeit bis zum Maximum der Litorinasenkung stammenden geognostischen Ablagerungen Skandinaviens. Auf dem vorhin — S. 128 — dargelegten Wege gelangt man aber zu der Überzeugung, daß aus einem bedeutenden Teile jenes langen Zeitraumes, nämlich aus dem trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode und der ihm unmittelbar vorausgehenden Zeit, so gut wie gar keine Ablagerungen vorhanden sein werden, da offenbar in dem trockensten Abschnitte nur sehr wenige Ablagerungen gebildet und die — wenigen — der ihm unmittelbar vorausgehenden Zeit fast vollständig zerstört worden sind. Es werden nur aus der Abschmelzperiode, der sich unmittelbar an sie anschließenden Zeit, dem auf den trockensten Abschnitt der ersten heißen Periode folgenden letzten Teile dieser Periode und der ersten kühlen Periode Ablagerungen in solcher Anzahl und solcher Erhaltung, daß sie einigermaßen richtige Schlüsse auf das Klima ihrer Bildungszeit gestatten, vorhanden sein.

ihnen klimatisch gleichenden Individuengruppenreihen der Arten der dritten Gruppe sowohl im ersten als auch im zweiten dieser von mir als warme Abschnitte der ersten heißen Periode bezeichneten Zeitabschnitte oder nur in einem von ihnen stattfand, darüber läßt sich nichts Bestimmtes sagen. Ich habe dargelegt, daß ihre Ansiedlung in Deutschland und seiner Umgebung offenbar hauptsächlich in den ersten warmen Abschnitt fällt, da die Areale einer Anzahl der Glieder der dritten der fünf Gruppen, in die ich die indigenen Phanerogamenarten der mitteleuropäischen Flora zusammengefaßt habe[1]) — zu welcher Gruppe die Glieder der zweiten der soeben unterschiedenen drei Gruppen gehören[2]) — Lücken haben, die wohl nur in einer Zeit mit so trockenen, kalten Wintern, wie sie der trockenste Abschnitt dieser Periode gehabt haben muß, entstanden sein können. Ein Teil von ihnen kann nach Skandinavien wohl nur von den britischen Inseln über das zur Zeit ihrer Einwanderung trockene Gelände der Nordsee schrittweise und in kleinen Sprüngen gewandert sein; ihre Einwanderung und Ansiedlung kann also erst erfolgt sein, als das Nordseebecken — nach Norden bis etwa zur Südspitze Norwegens hin — wasserfrei war. Dies war es wohl sicher während des trockenen Abschnittes dieser Periode[3]). In diesem lag m. E. auch das Gelände

Es können somit die geognostischen Untersuchungen zu keiner richtigen Ansicht über die Wandlungen des Klimas Skandinaviens während jenes langen Zeitraumes führen, wenn sie auch durchaus nicht zu den von ANDERSSON darüber ausgesprochenen Ansichten führen müssen.

1) Vgl. hierzu SCHULZ, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellschaft Bd. 62 (1910) S. 100—101.

2) Die Glieder der ersten dieser drei Gruppen gehören zu der zweiten, die Glieder der dritten dieser Gruppen zu der fünften jener Gruppen. Betreffs der Glieder der drei Gruppen vergleiche meine Abhandlung „Über die Entwicklungsgesch. d. gegenw. ph Flora u. Pflanzendecke der Skand. Halbinsel usw."

3) In dieser Zeit hatten offenbar weite Striche Mitteleuropas bis nach Schweden hin einen solchen landschaftlichen Charakter wie heute die Steppengegenden des südwestlichen europäischen Rußlands. Damals wurde in Norddeutschland ohne Zweifel der größte Teil des seit der letzten Eiszeit gebildeten Sphagnetumtorfes wieder zerstört. Die dortigen Sphagnetummoore stammen fast sämtlich erst aus der Zeit nach dem trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode. Die älteren von ihnen enthalten fast stets einen oder — doch, wie es scheint, viel seltener — zwei „Grenztorfhorizonte", woraus sich erkennen läßt, daß die Entwicklung dieser Sphagnetummoore nach dem trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode fast in allen Fällen noch einmal, in manchen Fällen sogar zweimal unterbrochen wurde. Höchstwahrscheinlich fällt die erste Unterbrechung in den trockensten Abschnitt und wohl auch in die warmen Abschnitte der zweiten heißen Periode, die spätere, viel unbedeutendere,

der heutigen Ostsee, die sich während der Periode des Abschmelzens des Eises der letzten Eiszeit durch Hebung ihrer Umgebung in einen Binnensee, den sog. Ancylussee, verwandelt hatte, so weit trocken, daß die schwedischen Inseln unter sich und mit der Halbinsel zusammenhingen und diese mit den deutschen und den russischen Ostseeprovinzen durch breite Landbrücken verbunden war[1]). Das gleiche muß aber auch in den warmen Ab-

in die entsprechenden Abschnitte der dritten heißen Periode. Vgl. hierzu Schulz, Die Entwicklungsgeschichte der rezenten Moore Norddeutschlands, Zeitsch. f. Naturw. Bd. 80 (1908) S. 97 u. f. C. A. Weber hält es für wahrscheinlich, daß die Entstehung des unteren — des einzigen ihm bekannten — Grenztorfhorizontes in Blytts boreale Periode fällt, während Sernander (Stipa pennata a. a. O. S. 413—418, On the evidences a. a. O. S. 472) es für wahrscheinlicher ansieht, daß er sich in der subborealen Periode, und daß sich der auf ihm liegende jüngere (obere) Sphagnetumtorf in der subatlantischen Periode gebildet habe, daß aus der borealen Zeit dagegen der unter dem von dem unteren Grenztorfe überlagerten älteren (unteren) Sphagnetumtorfe liegende Bruchwaldtorf (nebst dem auf diesem liegenden Übergangstorfe) stamme. In Norrland scheint noch nach dem trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode eine fast völlige Zerstörung der Sphagnetummoore stattgefunden zu haben, während in Norwegen im trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode eine Anzahl solcher Moore der Zerstörung entgangen zu sein scheint.

Im trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode hat offenbar auch die erste der vier in die seit der letzten Eiszeit verflossene Zeit fallenden Sandaufschüttungen des Ilmenautales in der Lüneburger Heide stattgefunden, während die drei anderen Aufschüttungen in die trockensten Abschnitte der drei späteren heißen Perioden fallen. In den trockensten Abschnitten der heißen Perioden oder wenigstens in den der drei ersten von ihnen haben sich im nördlicheren Europa auch Ablagerungen von Löß und lößähnlichen Massen gebildet. Die vier niederschlagreichen Zeiten, die den vier trockenen Zeiten, in denen das Ilmenautal mit Sanden verschüttet wurde, gefolgt sind, wo sich die Ilmenau in die Sandverschüttungen der trockenen Zeiten eingeschnitten hat, fallen offenbar mit meinen vier kühlen Perioden zusammen. Vgl hierzu K. Olbricht, Centralbl. f. Mineralogie usw. 1909 S. 599 u. f. sowie Grundlinien einer Landeskunde der Lüneburger Heide, Forschungen z. deutsch Landes- u. Volkskunde, Bd. 18, Heft 6 (1909) S. 96 u. f., und außerdem Schulz, Zeitsch. d. Deutsch Geol. Gesellschaft Bd. 62 (1910) S. 111—112.

1) Vgl. Schulz, Entwicklungsg. d. gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke der Skand. Halbinsel, a. a. O. S. 46—48, sowie ders., Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen in Mitteleuropa nördlich der Alpen (Stuttg. 1901 S. 46. Neuerdings nimmt auch Hintze Den nordeuropeiske Fastlandstid, Meddel. fra Dansk geol Forening, Bd 3 (1909), citiert nach Andersson, The climate of Sweden, a. a. O. S. 67—68, mir stand Hintzes Abhandlung leider nicht zur Verfügung) an, daß sich im Ostseebecken nach dem Abschmelzen des Eises der letzten Eiszeit, während der spätglacialen Periode und des älteren Teiles der Ancylusperiode — als in Skandinavien ein trockenes Klima

schnitten der ersten heißen Periode oder wenigstens in einem von ihnen der Fall gewesen sein. Meines Erachtens läßt sich die zur Ansiedlung führende Einwanderung der unterschiedenen drei Gruppen in Skandinavien nur bei der Annahme einer so weit gehenden Austrocknung der Skandinavien umgebenden Meere verstehen. Denn wenn sich auch die Glieder dieser Gruppen unter der Herrschaft eines Klimas, das für sie bedeutend günstiger als das der Gegenwart ist, zweifellos viel leichter als gegenwärtig ausbreiten können, so scheint es mir doch ganz unwahrscheinlich zu sein, daß sie über jene Meere hinweggelangt wären, wenn sich dieselben nur so wenig verkleinert hätten, wie die meisten skandinavischen Forscher es annehmen[1]). Es läßt sich m. E. zurzeit nichts darüber sagen, ob diese weitgehende Trockenlegung der skandinavischen Meere erst in dem trockensten Abschnitte der ersten heißen Periode oder bereits in dem ihm vorausgehenden ersten warmen Abschnitte dieser Periode bestand. Wenn sie bereits in diesem bestand oder wenn damals wenigstens die Nordsee schon wasserfrei war, so sind wahrscheinlich die Glieder der zweiten Gruppe und die ihnen entsprechenden Individuengruppenreihen der Glieder der dritten Gruppe damals wenigstens teilweise in Skandinavien eingewandert und zur Ansiedlung gelangt. Wenn sie damals aber noch nicht bestand, so fällt die Einwanderung und Ansiedlung dieser Gewächse erst in den zweiten warmen Abschnitt, in dessen erstem Teile die Becken der Skandinavien umgebenden Meere wohl sicher noch fast ganz wasserfrei waren. So viel ist wohl sicher, daß diese Gewächse im zweiten warmen Abschnitte der ersten heißen Periode, wie zahlreiche andere mit ihnen gleichzeitig eingewanderte, später aber vollständig aus Skandinavien verschwundene Arten, in Skandinavien weit verbreitet waren. Wenn sie sich,

herrschte —, lange Zeit nur eine Reihe kleiner abflußloser, salziger Seen befanden. HINTZES „Festlandszeit" fällt also zeitlich fast vollständig mit dem trockensten Abschnitte meiner ersten heißen Periode zusammen, in dem m. E. — vgl. oben — nur die tiefsten Senken des Ostseebeckens Seen enthielten, die zum Teil abflußlos und salzig waren, die Küste Europas weit nach Westen verschoben war und im nördlicheren Europa ein trockenes Klima herrschte.

1) Allerdings nehmen diese Forscher an, daß Skandinavien von der Abschmelzperiode der letzten Eiszeit ab bis zur Zeit der Litorinasenkung durch eine Landbrücke in der Gegend der heutigen cimbrischen Halbinsel und dänischen Inseln mit Deutschland verbunden war. Ich halte es aber für ausgeschlossen, daß, wenn nur diese Landverbindung, deren Existenz in der ersten heißen Periode ja nicht bezweifelt werden kann, bestanden hätte, die Mehrzahl der Arten der unterschiedenen drei Gruppen nach der skandinavischen Halbinsel und den Ostseeinseln gelangt wäre.

wenigstens teilweise, bereits im ersten warmen Abschnitte der ersten heißen Periode in Skandinavien angesiedelt haben, so haben die damaligen Ansiedler im trockensten Abschnitte dieser Periode, wo für Gewächse dieser klimatischen Anpassungsgruppe das Klima eines großen Teils Skandinaviens, vorzüglich der Ostseegegenden, sehr ungünstig war, einen bedeutenden Teil ihres Areales wieder eingebüßt. Manche dieser Arten mögen damals aus Skandinavien verschwunden und erst im zweiten warmen Abschnitte dieser Periode dorthin zurückgekehrt sein. Andere Arten mit den gleichen klimatischen Fähigkeiten und Bedürfnissen mögen damals aus Skandinavien verschwunden und nicht wieder in dieses eingewandert sein. Die Glieder der ersten Gruppe und die ihnen entsprechenden Individuengruppenreihen der Glieder der dritten Gruppe, deren Ansiedlung in Skandinavien, wie schon gesagt wurde, in den trockensten Abschnitt der ersten heißen Periode fällt[1]), und von denen die meisten in Skandinavien damals viel weiter als gegenwärtig verbreitet waren, haben vielleicht schon im Verlauf des zweiten warmen Abschnittes, in dessen letztem Teile Skandinavien sicher bereits sank und sich die Nordsee- und Ostseebecken mit Wasser zu füllen begannen, wenigstens teilweise, eine Verkleinerung ihrer Areale erfahren. In der darauffolgenden ersten kühlen Periode sank Skandinavien bekanntlich so bedeutend, daß zuletzt ein nicht unbedeutender Küstenstrich, vorzüglich der schwedischen Ostseeprovinzen, mit Wasser bedeckt war[2]). Während dieser Periode herrschte im ganzen nördlicheren Europa, vorzüglich in den Küstenländern der Ost- und Nordsee, ein viel kühleres und feuchteres Sommerklima als gegenwärtig[3]), während das damalige Winterklima wahrscheinlich wesentlich milder als das gegenwärtige war[4]). Durch diese Änderung des Klimas wurde, wie

1) Auf die nicht zu diesen Gruppen, sondern zu der ersten der von mir unterschiedenen fünf Gruppen gehörenden Arten der skandinavischen Flora, die in der ersten heißen Periode, vorzüglich in ihrem trockensten Abschnitte, in Skandinavien Wanderungen ausgeführt haben, will ich hier nicht eingehen. Ein Teil von ihnen hat sich wahrscheinlich schon vor dieser Periode in Skandinavien angesiedelt, sich in ihr in Skandinavien an höhere Wärme angepaßt und dann ausgebreitet. Vgl. Schulz, Entwicklungsg. d. gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke der Skand. Halbinsel S. 63 u. f.

2) Vgl. De Geer, Om Skandinaviens geogr. utveckling efter istiden (Stockh. 1896) Karte 6.

3) Offenbar hatten damals nicht nur in den Alpen, sondern auch in Skandinavien die Gletscher einen größeren Umfang als gegenwärtig.

4) Der Ansicht zahlreicher skandinavischer Forscher, daß zur Zeit des Maximums der Litorinasenkung in Skandinavien ein zwar feuchtes aber warmes Klima geherrscht habe — „Climate maritime and mild, probably with

schon im vorigen Abschnitte dieser Abhandlung dargelegt wurde, eine sehr bedeutende Verkleinerung der Areale der Glieder der vorhin unterschiedenen drei Gruppen herbeigeführt, während manche andere Arten mit den gleichen klimatischen Fähigkeiten und Bedürfnissen damals vollständig aus Skandinavien verschwanden.

Auch die Areale einer Anzahl von Laubholzgewächsen, so wohl auch das der Hasel (*Corylus Avellana*), erfuhren damals eine sehr bedeutende Verkleinerung. Mit Bestimmtheit läßt sich dies bei der Hasel allerdings nicht behaupten. Aus den Untersuchungen von G. ANDERSSON[1]) geht m. E. zwar hervor, daß die Hasel vor der Zeit des Hochstandes des Litorinameeres in Schweden bedeutend weiter als gegenwärtig verbreitet war und sich hier, wenigstens im Norden, nach dem Beginne der Litorinahebung längst nicht mehr in dem Maße wie vorher ausbreiten konnte[2]), aber nicht, wie weit sie im zweiten warmen Abschnitte der ersten heißen Periode in Schweden verbreitet war. Es wäre ganz unrichtig, anzunehmen, daß sie damals in Schweden das Areal gehabt habe, das ANDERSSON als ihr dortiges Areal während des wärmsten Abschnittes der seit der letzten Eiszeit verflossenen Zeit ansieht, denn die außerhalb der gegenwärtigen Grenze der Hasel gefundenen Haselreste, die ANDERSSON als die eines einzigen.

---

warm and long autumns", SERNANDER, On the evidences, a. a. O. S. 471 —, kann ich nicht beistimmen. Die skandinavischen Forscher fassen bei dieser Annahme drei Zeitabschnitte zusammen: Den zweiten warmen Abschnitt der ersten heißen Periode, die erste kühle Periode und den ersten warmen Abschnitt der zweiten heißen Periode (einschließlich der kurzen Übergangszeiten zwischen diesen Zeitabschnitten). In dem ersten und dem letzten dieser Zeitabschnitte herrschten in der Tat in Skandinavien ein warmes Sommerklima und ein warmes Winterklima, die am Ende des ersten und am Anfang des letzten dieser Abschnitte wohl auch ziemlich feucht waren; in dem mittleren dieser Zeitabschnitte war aber das Sommerklima Skandinaviens zweifellos sehr kühl und feucht — noch kühler und feuchter als in SERNANDERs subatlantischer Periode, die in der Hauptsache meiner zweiten kühlen Periode entspricht —, sonst wären nicht so weite Lücken in den Arealen der Arten der zweiten und dritten der fünf mitteleuropäischen Artengruppen entstanden, und hätten sich nicht zahlreiche Arten der ersten Gruppe, die sich nicht nachträglich in Skandinavien an höhere, trockene Sommerwärme angepaßt hatten, damals von neuem, z. T. recht weit, ausbreiten können. Die skandinavischen Forscher gründen ihre Ansichten über das Klima der Zeit des Hochstandes des Litorinameeres einzig auf die damalige Verbreitung von Molluskenarten, aus der aber nur auf ein mildes Winterklima geschlossen werden kann.

1) ANDERSSON, Hasseln i Sverige fordom och nu, Sveriges geol. Undersökning Ser. Ca. No. 3 (1902); ders., Nordligaste kända lokalen för fossil hassel i Sverige, Ymer 1906; ders., Climate of Sweden, a. a. O. S. 62—63.

2) ANDERSSON, Hasseln, a. a. O. S. 144.

nämlich dieses Zeitabschnittes, ansieht, stammen aus verschiedenen Zeiten, z. T. offenbar aus dem ersten warmen Abschnitte der ersten heißen Periode[1]), z. T. aus der zweiten heißen Periode[2]), z. T. — offenbar die meisten — allerdings aus dem zweiten warmen Abschnitte der ersten heißen Periode. ANDERSSON schließt aus dem — angeblich einheitlichen — schwedischen Maximalareal der Hasel, daß zu der Zeit seines Bestehens, die er in den letzten Abschnitt der Ancyluszeit — also etwa in den zweiten warmen Abschnitt meiner ersten heißen Periode — verlegt, in Schweden die Mitteltemperatur der die der Jetztzeit an Länge bedeutend übertreffenden Vegetationsperiode etwa 2,5° C wärmer als gegenwärtig gewesen sei. Und weiter schließt er[3]) aus dem Umstande, daß keine Reste der Eibe und des Efeus nördlich vom heutigen Areale — present relic area — dieser beiden Gewächse gefunden sind, daß damals das Winterklima ungefähr dem heutigen geglichen habe. Ich habe schon mehrfach darauf hingewiesen, daß ANDERSSONs Schluß aus den fossilen schwedischen Haselfunden auf das schwedische Klima der Zeit der Maximalausbreitung der Hasel in Schweden nicht zulässig sei, daß vielmehr damals in Schweden sehr wohl die Sommer kühler und länger, die Winter aber milder als gegenwärtig gewesen sein könnten[4]). In gleicher Weise hat sich später auch HÖGBOM[5]) geäußert, der ein solches Klima sogar

1) Diese lassen sich m. E. auf keine Weise von den aus dem zweiten warmen Abschnitte der ersten heißen Periode stammenden unterscheiden; im trockensten Abschnitte dieser Periode sind zweifellos die meisten der aus dem ersten warmen Abschnitte stammenden Ablagerungen — und damit die in ihnen enthaltenen Haselreste — zerstört worden.

2) SERNANDER glaubt (Stipa pennata, a. a. O. S. 206, vgl. auch S. 215), daß die Hasel, die schon in der atlantischen Periode weit nach Norden vorgerückt sei, in der subborealen Periode ihr Areal behalten oder es vielleicht geradezu erweitert habe. Er scheint — a. a. O. S. 417 — anzunehmen, daß die Hasel das von ANDERSSON aus den fossilen Haselfunden — der verschiedensten Zeitabschnitte — konstruierte maximale Areal erst in seiner subborealen Periode, also nach dem Maximum der Litorinasenkung, gehabt habe, und somit ANDERSSONs sich darauf gründende Annahmen betreffs des skandinavischen Klimas auf diese Periode zu beziehen.

3) Climate of Sweden, a. a. O. S. 65—66.

4) Man könnte sogar annehmen, daß die Hasel in Skandinavien damals eine andere klimatische Anpassung als gegenwärtig gehabt habe. Bei manchen anderen Holzgewächsen haben sicher im Laufe der Zeit strichweise solche Änderungen stattgefunden.

5) Vgl. HÖGBOM, Om den postglaciala tidens klimatoptimum, Geol. För. i Stockholm Förhandl. Bd 29 (1907), S. 70—74. Nach HÖGBOMs Meinung war damals die Wärmesumme des Sommers wegen seiner bedeutenderen Länge vielleicht größer als gegenwärtig.

für das klimatische Optimum Skandinaviens in der seit der — letzten — Eiszeit verflossenen Zeit ansieht[1]). Wenn ich nun auch ANDERSSONs Schluß nicht für richtig halte, so stimme ich ihm doch darin vollständig bei, daß die Sommer Skandinaviens in dem — vor das Maximum der Litorinasenkung fallenden — wärmsten Abschnitte der seit der letzten Eiszeit verflossenen Zeit wesentlich wärmer als in der Gegenwart waren. Es ist nun aber, wie ich dargelegt habe, dieser Zeitabschnitt klimatisch nicht einheitlich, sondern er zerfällt in mehrere Teile, von denen nur einer ein ebenso kaltes oder kälteres Winterklima als die Gegenwart hatte, die beiden anderen, der erste und der letzte, in denen die Hasel in Skandinavien weiter als gegenwärtig verbreitet war, aber wärmere Winter als die Gegenwart hatten. Nur bei dieser Annahme läßt sich die Verbreitung der Glieder der vorhin unterschiedenen drei Gruppen im nördlicheren Europa verstehen. Die Hasel breitete sich nach der ersten kühlen Periode im ersten warmen Abschnitte der zweiten heißen Periode von neuem aus, doch erwarb sie sich in Schweden nicht entfernt wieder ein so bedeutendes Areal wie in der ersten heißen Periode. Aus diesem Zeitabschnitte stammt wahrscheinlich die Mehrzahl der fossilen Haselreste, die SERNANDER als aus seiner subborealen Periode stammend ansieht. Das skandinavische Areal der Hasel erfuhr dann sicher im trockensten Abschnitte der zweiten heißen Periode eine erneute Verkleinerung, vergrößerte sich nochmals etwas im zweiten warmen Abschnitte dieser Periode und wurde dann wohl wieder in der zweiten kühlen Periode verkleinert. Seitdem hat es wahrscheinlich nur wenige natürliche, aber recht bedeutende künstliche Änderungen — durch den Menschen — erfahren.

Über die Wandlungen des skandinavischen Klimas in der Zwischenzeit zwischen dem Höhepunkt der letzten Eiszeit und dem Beginne der ersten heißen Periode läßt sich zurzeit nichts Bestimmtes sagen[2]). Es scheinen das Abschmelzen und der Rückzug

1) Ein näheres Eingehen auf HÖGBOMS Gründe für diese Annahme ist unnötig. Wenn HÖGBOM mit der Flora und Pflanzendecke Skandinaviens bekannt gewesen wäre, würde er wohl nicht zu ihr gelangt sein.

2) Das läßt sich aber mit Bestimmtheit behaupten, daß kein Abschnitt der Abschmelzperiode ein solches Klima hatte, daß Steppenorganismen in Dänemark und Schweden einwandern konnten. Wenn der in Dänemark gefundene Spermophilusrest wirklich aus Ablagerungen dieses Zeitraumes herstammt, so gehört er nicht zu einer — ausschließlich — steppenbewohnenden Art oder Rasse dieser Gattung.

des Eises der letzten Eiszeit von einem neuen, nicht unbedeutenden Vorstoße des Eises[1]) unterbrochen worden zu sein, dem die mittelschwedischen Endmoränen ihre Entstehung verdanken[2]). In der letzten Eiszeit sank Skandinavien recht bedeutend, bis ein ziemlich großer Teil, vorzüglich der Küstenländer der Ostsee und Mittelschwedens, unter Wasser lag[3]). Die Ostsee, deren heutige Verbindungsstraßen mit der Nordsee damals vielleicht nicht bestanden[4]), war damals sowohl mit der Nordsee — durch eine durch Mittelschweden führende Straße — als auch mit dem Weißen Meere verbunden[5]). Wie ich dargelegt habe, ist es sehr wahrscheinlich, daß auf die letzte Eiszeit noch vier Perioden gefolgt sind, in denen im nördlicheren Europa das Sommerklima wesentlich kühler und feuchter als gegenwärtig war. In jeder dieser Perioden muß die Vergletscherung dieses Gebietes wesentlich größer als in der Gegenwart gewesen sein. Aus den Beobachtungen von PENCK und BRÜCKNER[6]) in den Alpen läßt sich auf eine mindestens zweimalige bedeutende Vergrößerung der Alpengletscher nach der letzten Eiszeit[7]) schließen, deren erste, der sog. Gschnitzvorstoß der Alpengletscher, wesentlich größer als der zweite, der sog. Daunvorstoß der Gletscher war. Und nach Beobachtungen von FRECH[8]) scheinen in den Alpen auch sichere Spuren noch eines dritten,

1) Vgl. A. C. JOHANSEN, Om temperaturen i Danmark og det sydlige Sverige i den senglaciale tid, Meddel. fra Dansk geol. Forening Nr. 12 (1906); vgl. hierzu ANDERSSON, The climate of Sweden, a. a. O. S. 50, 56, 57.

2) In den Alpen scheinen ähnliche Verhältnisse vorzuliegen. Ist vielleicht das Eis vor dem Beginne des neuen Vorstoßes weit zurückgegangen und der neue Vorstoß als Ausdruck einer neuen selbständigen Vereisung aufzufassen? Es scheint manches für diese Annahme, auf die ich hier nicht näher eingehen will, zu sprechen. Die Anschauungen von DE GEER über den Verlauf und die Dauer des Abschmelzens des Eises (DE GEER, On late quaternary time and climate, Geol. För. i Stockh. Förh. Bd. 30 (1908) S. 459—464) widersprechen allerdings dieser Annahme, doch scheinen sie mir nicht begründet zu sein.

3) Vgl. DE GEER, Om Skandinaviens geogr. utveckling efter istiden (Stockh. 1896) Karte 2, 3 u. 1.

4) Vgl. hierzu SCHULZ, Entwicklungsg. d. gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke Skandinaviens S. 169—170.

5) Vgl. SCHULZ, a. a. O. S. 167—169.

6) Vgl. SCHULZ, Das Schicksal der Alpen-Vergletscherung nach dem Hohepunkte der letzten Eiszeit, Centralbl. f. Mineralogie usw. 1904 S. 266—275.

7) In diese fällt der von PENCK als Bühlvorstoß bezeichnete Vorstoß der Alpengletscher.

8) Vgl. SCHULZ, Über einige Probleme der Entwicklungsgeschichte der gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke Süddeutschlands, Beihefte z. Bot. Centralbl. Bd. 20, Abt. 2 (1905), S. 197 u. f. (216).

dem Daunvorstoß an Umfang nachstehenden selbständigen Gletschervorstoßes vorhanden zu sein. Ich habe ursprünglich angenommen, daß der Gschnitzvorstoß in meine erste kühle Periode, der Daunvorstoß in meine zweite kühle Periode fiele, dann aber geschwankt[1]), ob nicht vielleicht der Daunvorstoß in die erste kühle Periode, der Gschnitzvorstoß aber vor diese Periode fiele. Es scheint mir aber doch meine ursprüngliche Annahme am wahrscheinlichsten zu sein. Zu ihren Gunsten läßt sich auch anführen, daß, da in die letzte Eiszeit die Yoldiasenkung, in die erste kühle Periode die Litorinasenkung — oder wenigstens deren größter Teil[2]) — fällt, in jeder Zeit bedeutenderer Vergletscherung des nördlicheren Europas eine Senkung Skandinaviens erfolgt zu sein scheint. Ist dies wirklich der Fall, so muß die Litorinasenkung, da sie offenbar die größte — nach der Annahme der skandinavischen Forscher sogar die einzige — Senkung Skandinaviens nach der Yoldiasenkung war, dem Gschnitzvorstoße zeitlich entsprechen, dieser also, da das Maximum der Litorinasenkung mit dem Höhepunkte meiner ersten kühlen Periode zusammenfällt, in die erste kühle Periode fallen. Wenn aber wirklich jeder bedeutenderen Zunahme des dauernden Eises im nördlicheren Europa eine Senkung Skandinaviens zeitlich entspricht, so muß auch in den drei späteren kühlen Perioden, wenigstens in der ersten von ihnen — der zweiten kühlen Periode —, in die nach dem Gesagten wahrscheinlich der Daunvorstoß fällt, eine Senkung Skandinaviens stattgefunden haben.

---

1) Vgl. SCHULZ, Die Verbreitung und Geschichte einiger phan. Arten in Deutschland, haupts. in Mitteldeutschland, sowie der Verlauf der Entwicklung d. gegenw. phan. Flora u. Pflanzendecke Deutschlands im allgemeinen, Zeitsch. f. Naturw. Bd. 81 (1909) S. 51 u. f. (82 u. f.).

2) Vgl. oben S. 218.

34. W. Figdor: Über Restitutionserscheinungen bei Dasycladus clavaeformis.

(Eingegangen am 18. Juni 1910.)

Der Umstand, daß über die Möglichkeit des Wiederersatzes verloren gegangener Teile betreffs höher differenzierter Algen[1]) verhältnismäßig wenig bekannt ist, war die Ursache, mich diesbezüglich mit *Dasycladus clavaeformis* zu beschäftigen.

Hinsichtlich des morphologischen Aufbaues dieser zu den Syphoneen gehörigen Meeresalge sei hier nur daran erinnert, daß dieselbe aus einer einzigen bis zu 5 cm und darüber langen Zelle (einer Art Hauptachse) besteht, die an ihrem unteren Ende direkt ohne irgend welche Abgrenzungen durch Zellmembranen in verzweigte Rhizoiden übergeht. Letztere dienen zur Anheftung des Individuums an den verschiedensten Substraten, Steinen, Muschelschalen usw. Während der dem Wurzelpol zunächst liegende Teil der Achse keine Auszweigungen trägt, sieht man solche gegen das akroskope Ende der Zelle hin in wirteliger Anordnung ausladen, die sich ihrerseits wiederum ganz regelmäßig wirtelig (meistens in Dreizahl) verzweigen. Für gewöhnlich wachsen diese Seitenäste rings um die Achse herum ganz gleich stark, so daß die Pflanze einer zylinderförmig gestalteten Bürste mit konisch geformtem Ende überaus ähnelt. Nur ausnahmsweise zeigt der eine oder andere primäre Seitenast eines Wirtels unter Abänderung der normalen Wachstumsrichtung (der nahezu horizontalen) schief nach aufwärts ein ausgiebigeres Längenwachstum als die daneben befindlichen. Derartige Seitenäste können unter Umständen sogar ebenso kräftig wie die Hauptachse selbst werden und weisen dann ganz gleiche Ver-

1) Die Literatur über den uns hier interessierenden Gegenstand erscheint an verschiedenen Orten übersichtlich zusammengestellt. Vgl. GOEBEL, Organographie der Pflanzen; KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie (bei FISCHER in Jena, 1903); PFEFFER, Pflanzenphysiologie, Bd. II (1904); OLTMANNS, Morphologie und Biologie der Algen (bei FISCHER in Jena, 1905), Bd. II, S. 231 ff.; MORGAN-MOSZKOWSKI, Regeneration (bei ENGELMANN in Leipzig, 1907). S. ferner SETCHELL W. A., Regeneration among *Laminaria*. Publ. Univ. California Berkeley (1905); TOBLER, Über Regeneration und Polarität, sowie verwandte Wachstumsvorgänge bei *Polysiphonia* und anderen Algen. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 40 (1906), S. 461 ff., und Über Regeneration bei *Myriotrema*, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 26a (1908), S. 476.

zweigungsverhältnisse wie diese auf. Erwähnt sei noch, daß die seitlichen Auszweigungen sowohl gegen die axile Zelle hin wie untereinander durch Querwände abgetrennt sind.

Die eben kurz geschilderten Organisationsverhältnisse von *Dasycladus* veranlaßten mich zu untersuchen, ob verschiedene Individuen dieser Art imstande sind, einerseits den Sproßpol, andererseits den Wurzelpol, wenn er abgetragen, zu restituieren.

Der Gedanke, derartige Versuche an einem mitten im Festlande gelegenen Orte durchzuführen, kam mir infolge der Beobachtung, daß diese Alge betreffs der äußeren Vegetationsbedingungen überaus anspruchslos ist. Wenn man nur dafür sorgt, daß gesunde Individuen[1]), auf ihrem natürlichen Untergrunde befestigt, immer in reinem Seewasser von normaler Konzentration[2]) stehen, dieselben nicht direkt dem Sonnenlichte und einer allzuhohen Temperatur ausgesetzt werden, so zeigen sie äußerst günstige Wachstumsverhältnisse. Eine Durchlüftung des Wassers erwies sich als gänzlich überflüssig.

Ob *Dasycladus*-Exemplare die Fähigkeit besitzen, einen so tiefen Eingriff, wie er durch den Verlust der Vegetationsspitze bedingt ist, auszuhalten und eventuell mittelst eines Restitutionsvorganges die ursprünglichen Verhältnisse wieder herzustellen, suchte ich in folgender Weise zu entscheiden. Von verschieden langen, auf natürlichem Substrate festgewachsenen Individuen wurde der Sproßpol in einer Länge von 3—5 mm durch einen unter

1) Ich verdankte diese dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. CORI, Leiters der k. k. zoologischen Station in Triest.

2) Änderungen in der Zusammensetzung des Seewassers schloß ich durch sorgfältiges Bedecken der Kulturgefäße (Glaswannen) mittelst Glastafeln aus. Für gewöhnlich wurde das Seewasser nur ungefähr einmal im Jahre in allen Becken ausgewechselt. Einen Ersatz der für die Algen notwendigen anorganischen Nahrung bewerkstelligte ich im Laufe des Jahres alle 3—4 Monate durch Hinzufügen von einigen Kubikzentimetern reinen Seewassers. Falls man bemerkt, daß das Wasser sich in den Kulturbecken trübt oder in denselben Diatomeen oder Cyanophyceen auftreten, ist es notwendig, die *Dasycladus*-Kolonien sofort herauszunehmen und sie in entsprechend großen Gefäßen, mit Seewasser gefüllt, das unter Umständen zu wechseln ist, kräftig herumzuschwenken, wodurch eine Reinigung der Algen sowie des Substrates, auf dem sich letztere befinden, auf mechanischem Wege vollzogen wird. Dann erst dürfen die Algen in sänberlich gereinigte Becken übertragen werden. Diese Prozedur ist gewöhnlich kurz nach dem Beziehen des Materials aus den Meeresstationen zu vollführen, da auf den natürlichen Substraten außer den Algen fast immer kleine tierische Objekte vorkommen, die infolge von nicht genügender Luftzufuhr zugrundegehen und das Wasser verunreinigen. Ein Teil meiner *Dasycladus*-Kulturen ist jetzt gerade 6 Jahre alt.

Wasser senkrecht zur Richtung der Achse orientierten, mittelst eines scharfschneidenden Rasiermessers ausgeführten Schnitt abgetragen. Mikroskopische Beobachtungen hatten mich gelehrt, daß, wenn der Schnitt in der eben angegebenen Entfernung von der obersten Kuppe der Pflanzen vollzogen wurde, die axile Zelle stets angeschnitten erschien. In nahezu allen Fällen fand ein Ersatz der Sproßspitze statt und zwar schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit. Die Wiedergabe einer Versuchsreihe möge das Gesagte kurz illustrieren. Am 18. September wurden 5 Exemplare dekapitiert. Länge der einzelnen Individuen: 1,5, 2,5, 2,25, 3,00, 1,8 cm. Am 10. Oktober zeigten bereits zwei Individuen einen Wiederersatz der verloren gegangenen Sproßspitze, indem ein neuer Vegetationspunkt mit ganz jungen seitlichen Auszweigungen in der Form eines Pinsels aus der Schnittfläche in der Verlängerung der Hauptachse hervorragte. Am 1. November zeigten zwei andere Exemplare ein ganz ähnliches Bild, wie eben geschildert; das fünfte Individuum restituierte überhaupt nicht. Die neuen Vegetationsspitzen entwickelten sich stets normal weiter, so daß man Individuen, welche den Sproßpol restituiert hatten, von intakten Exemplaren nicht unterscheiden konnte. Nur manchmal war zu beobachten, daß an solchen Pflänzchen, bei welchen sich ein Restitutionsvorgang eingestellt hatte, eine sanfte Einbuchtung in jener Höhe der Individuen, in welcher der Schnitt ursprünglich geführt wurde, zurückgeblieben war; diese Erscheinung muß wohl auf ein schwächeres Längenwachstum der seitlichen Auszweigungen in der Nähe der Verwundungsstelle zurückgeführt werden. Andere Versuchsreihen wiesen ganz ähnliche Resultate auf, wie eben beschrieben, auch wenn sie zu einer anderen Jahreszeit, z. B. im Frühjahre (Mai) eingeleitet wurden[1]).

Selbst wenn das akropetale Ende der Alge in einer Länge von 7—9 mm abgetragen wurde, stellte sich eine Restitution der Sproßspitze noch ein, jedoch nur selten und, wenn dies geschah, verstrich eine viel längere Zeit, wie früher angegeben, bis die junge Vegetationsspitze deutlich erkennbar war. Ob diese Erscheinungen darauf zurückzuführen sind, daß die einzelnen Algen bei eben erwähnter Art der Operation einen verhältnismäßig großen Plasmaverlust erlitten hatten, oder ob die in obiger Entfernung vom

1) Das diesbezügliche Belegmaterial demonstrierte ich gelegentlich einer Sitzung der morphologisch-physiologischen Gesellschaft in Wien im Juni 1908. Vgl. W. FIGDOR und E. WULFF, Versuche an *Dasycladus clavaeformis*. Zentralblatt für Physiologie, Bd. 22 (Jahrg. 1907/08) Nr. 9.

Vegetationspunkte stets vorhandene starke Verkalkung[1]) der Zellwand den Anschluß der sich neubildenden Membran an die alte hindert, vermag ich nicht zu entscheiden.

Gelegentlich hatte ich auch an einigen *Dasycladus*-Exemplaren eine rein dichotome Gliederung der Hauptachse[2]) wahrgenommen, so daß Versuche eingeleitet wurden, Doppelbildungen auf experimentellem Wege hervorzurufen.

Um eine Spaltung der Vegetationsspitze zu bewerkstelligen, schnitt ich zuerst, wie gleich anfangs erwähnt, ein kurzes Stück des Sproßpols quer ab und versuchte dann, die axile Zelle der Länge nach in zwei gleiche Hälften zu zerlegen. Leider gelang mir dies infolge der Zartheit der Objekte in keinem einzigen Falle; die Schnitte waren immer nur ungleich, anscheinend schief geführt worden, was daran zu erkennen war, daß eine Restitution des Sproßpols, wenn sie eintrat, stets nur nach einer Seite hin erfolgte und zwar in einer von der senkrechten abweichenden Richtung. Die kleinere schwächere Hälfte der gespaltenen Achse ging stets zugrunde. Es liegen demnach hier ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie sie an Wurzeln[3]) beobachtet wurden, wenn ein Stück des Vegetationspunktes weggeschnitten und der restliche Teil durch einen schräg geführten Schnitt verletzt wird.

Auch meine Versuche, welche dahin abzielten, den Nachweis zu erbringen, daß das basiskope Ende der *Dasycladus*-Exemplare verloren gegangene Rhizoiden zu restituieren imstande ist, zeitigten nur negative Resultate. Obwohl ich zahlreiche Individuen knapp oberhalb ihrer Befestigungsstellen von dem natürlichen Untergrunde quer abschnitt und dann die Pflänzchen wie Stupfer von höheren Gewächsen behandelte (ich steckte sie in gut ausgewaschenen Quarzsand), konnte ich selbst nach Verlauf eines längeren Zeitraumes in keinem einzigen Falle Rhizoiden konstatieren. Vielleicht treten solche nur dann auf, wenn seitens der Unterlage auf die verwundete Zelle ein gewisser chemischer Reiz ausgeübt wird oder es sind noch andere Momente ausschlaggebend; weitere Untersuchungen müssen dies erst lehren.

Biologische Versuchsanstalt in Wien, Mai 1910.

---

1) Oltmanns, l. c., Bd. I, S. 274.

2) Ein jeder ihrer Äste zeigte die gleichen Verzweigungsverhältnisse wie der ursprüngliche Stamm.

3) Němec, Studien über die Regeneration. (Bei Bornträger, Berlin. 1905), S. 9 ff.

35. Hermann Ross: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Biologie deutscher Gallbildungen. I.

(Mit 9 Textfiguren.)

(Eingegangen am 19. Juni 1910.)

1. Entwicklungsgeschichte der Galle von *Tychius crassirostris* Kirsch. auf den Blättern von *Melilotus alba* Desr.

Die Gallen dieses Rüsselkäfers bestehen in meist 5—6 mm langen, rundlichen oder länglichen, blasenartigen Anschwellungen

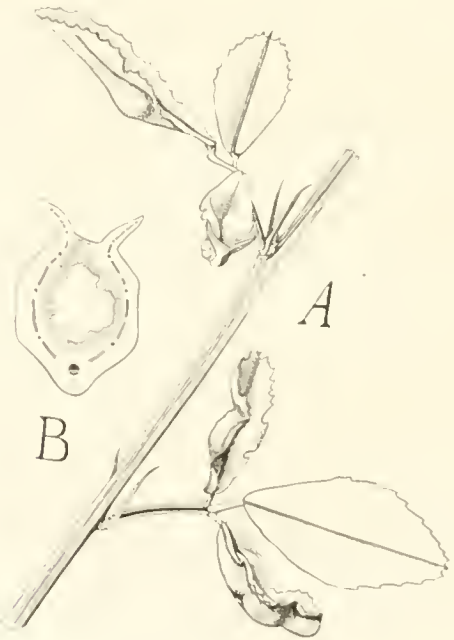


Fig. 1.

A Gallen von *Tychius crassirostris* Kirsch. an den Blättern von *Melilotus alba* Desr. B Querschnitt der Galle (schematisch). $^{8}/_{1}$.

nahe dem Mittelnerv der zusammengefaltet bleibenden Blättchen (Fig. 1). In der großen Kammer lebt die Larve, bis sie zu ihrer Verpuppung in die Erde geht.

Die erste, von guten Abbildungen begleitete Beschreibung dieser Galle sowie des Galltieres gibt I. MIK in der Wiener Entomologischen Zeitung, Bd. IV (1885), S. 289. Das Material stammte aus der Umgebung von Salzburg.

HIERONYMUS beschreibt im Ergänzungsheft zum 68. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur (1890), S. 266, Nr. 792 den anatomischen Bau dieser Gallbildung; er konnte jedoch wegen Mangels an jungem Material die eigenartige Entwicklungsgeschichte derselben nicht verfolgen.

Unter dem von Herrn Bezirkstierarzt A. VILL 1903 aus der Umgebung von Bamberg für das bayerische Gallenherbar übersandten Material befand sich auch diese Galle. Auf meine Bitte sandte mir später Herr VILL sehr reichliches Material in allen Entwicklungsstadien, so daß ich jetzt in der Lage bin, die bestehenden Lücken auszufüllen. Alle meine Bemühungen, den Käfer zu züchten, mißlangen jedoch.

* * *

Der anatomische Bau des normalen, entwickelten Blattes ist bezüglich der uns hier interessierenden Gewebe folgender: Die Oberhaut besteht auf beiden Blattseiten aus einer Zellschicht und die Außenwand der flachen Zellen wölbt sich etwas nach außen. Sie ist verhältnismäßig dick und mit einer mäßig starken Kutikula bedeckt. Der Querschnitt des ganzen Blattes beträgt etwa 0,2 mm; das Mesophyll ist also nur schwach entwickelt. Palissadengewebe und Schwammparenchym erscheinen auf dem Querschnitt in nahezu gleich starker Ausbildung. Die mit Ausnahme des Mittelnervs sehr zarten Leitbündel, welche sonst nichts Bemerkenswertes bieten, liegen auf dem Querschnitte ungefähr in der Mitte des Mesophylls. Die Palissadenzellen bilden 2—3 Schichten von zusammen etwa 0,085 mm Dicke; sie sind verhältnismäßig wenig länger als breit und ihre Länge nimmt nach innen zu ab. Die Zellen des Schwammparenchyms schließen ziemlich eng aneinander; große Zwischenzellräume finden sich nur in der Umgebung der sehr kleinen, zahlreichen Spaltöffnungen. Zwischen dem Mittelnerv sowie den stärkeren Seitennerven und der Oberhaut der Blattunterseite findet sich ein blattgrünfreies, schwach kollenchymatisches, ziemlich großzelliges Gewebe. Dadurch tritt der Mittelnerv etwas über der Blattunterseite hervor.

* * *

Das Galltier befördert das Ei durch einen Kanal nahe dem Mittelnerv zwischen die fest zusammengefalteten Hälften des sehr

jungen Blättchens; in der Regel bleibt es nahe dem Mittelnerv liegen und hier entsteht dann die Galle. Der Kanal schließt sich wieder bald durch den Druck der umgebenden Zellen. Die angebohrten Zellen sind aber abgestorben und die betreffende Stelle bleibt daher im Wachstum etwas zurück. Auf Querschnitten ist sie daher gelegentlich deutlich zu erkennen.

Die Entwicklung der Galle geht von der Epidermis der Blatt-

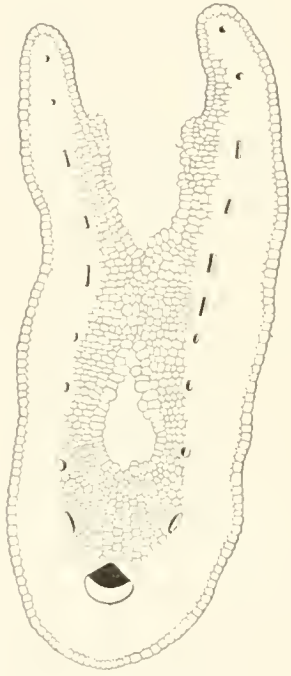


Fig. 2.

Querschnitt durch eine sehr junge Galle. $^{35}/_{1}$.

oberseite aus (Fig. 2). Unter dem Einfluß des Parasiten wachsen die Oberhautzellen kurz schlauchförmig aus und ihre Außenwand wird dabei sehr dünn. Ebenso verhält sich die Kutikula, welche in dem inneren Teil der Galle schließlich so zart wird, daß sie mit den üblichen Reagentien nicht mehr sichtbar gemacht werden kann, vielleicht verschwindet sie auch gänzlich. Dort aber, wo die Neubildungen mit der atmosphärischen Luft in direkter Berührung sind, ist eine schwache Kutikula stets nachweisbar.

Wenn die Oberhautzellen sich um das 2—3fache ihrer ursprünglichen Ausdehnung verlängert haben, treten Teilungen

parallel zur Oberfläche des Blattes ein. Stellenweise zeigen sich aber auch Teilungen rechtwinkelig dazu.

Diese Wachstumserscheinungen finden stets nur in einiger Entfernung von der sich entwickelnden Larve statt und unter normalen Verhältnissen immer gleichzeitig und gleichmäßig an beiden

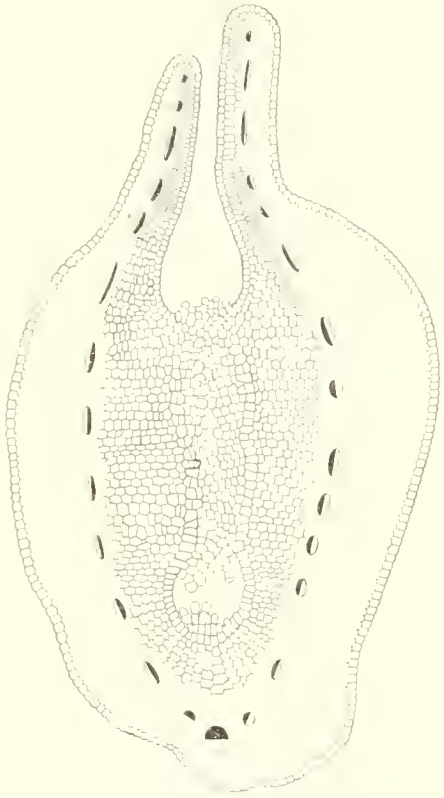


Fig. 3.

Querschnitt durch eine etwas ältere Galle. $^{35}/_{1}$.

Blatthälften, die zu dieser Zeit noch eng zusammengefaltet sind, also fest aufeinander liegen. So kommt es, daß die sich verlängernden Oberhautzellen aufeinander stoßen. Nach und nach verschmelzen ihre Endflächen fest miteinander und es entsteht zwischen den zusammengefalteten Blatthälften ein parenchymatisches Gewebe, welches sie fest verbindet (Fig. 3). Dadurch wird die Larvenkammer nach außen hin völlig abgeschlossen (Fig. 1B).

Wenn die auswachsenden Oberhautzellen der gegenüber-

stehenden Blatthälften nicht aufeinander stoßen, entweder weil die jungen Blättchen anfangen sich zu entfalten oder durch Zufälle, so hört ihr Wachstum auf, wenn die Zellen sich um das 3—4fache verlängert haben. Ich hatte auch mehrfach Gelegenheit zu beobachten, daß der Reiz des Galltieres nur auf die eine Hälfte des Blättchens eingewirkt hatte, so daß nur auf dieser das Auswachsen der Oberhautzellen vor sich gegangen war. Vielleicht war das frühzeitige Absterben der Larve oder eine außergewöhnliche Lage derselben die Ursache dieser Abweichungen. Solche Störungen in der Ausbildung der Galle liefern wertvolle Winke für das Verständnis ihrer Entwicklungsgeschichte. So bedeutende und verhältnismäßig langandauernde nachträgliche Wachstumsvorgänge der Epidermis, wie sie hier statthaben, werden nicht häufig angetroffen (vgl. E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903, S. 297).

Während die oben beschriebenen Veränderungen in den Oberhautzellen vor sich gehen, treten auch bald Wachstumserscheinungen in den Palissadenzellen ein. Diese verlängern sich bedeutend in der Richtung ihrer Längsachse und teilen sich durch parallel zur Blattfläche auftretende Wände in mehrere kurze Zellen.

Da die Blatthälften inzwischen fest verwachsen sind, drängen sich die neu entstandenen, verhältnismäßig umfangreichen Zellmassen nach außen, und die Gallbildung wird als anfangs schwache, aber rasch an Größe zunehmende Emporwölbung auf der Außenseite des Blättchens sichtbar. Die betreffenden Sprosse haben im Laufe der Zeit den knospenartigen Zustand, in dem die Eiablage stattfand, verlassen und die von keinem Parasiten bewohnten Blättchen haben sich mittlerweile entfaltet; die gallentragenden Blättchen heben sich nun sehr deutlich von den normalen ab. Die Gallen fallen nicht nur durch ihre Gestalt, sondern auch durch ihre etwas hellere Farbe auf. Bisweilen kommen auch zwei oder drei derartige, dann aber meist kleinere Gallen auf demselben Blättchen vor. Eine Pflanze trägt in der Regel deren viele.

Das Wachstum des Mesophylls unter dem Einfluß des Galltieres ist verhältnismäßig bedeutend. Die aus den Palissadenzellen hervorgehenden Gewebe erreichen in vielen Fällen den 10fachen Durchmesser, während die Vergrößerung des Schwammparenchyms weniger umfangreich ist.

Mit der Entwicklung der Galle erfolgt eine bedeutende Zufuhr von Nährstoffen, besonders von Stärke, nach dem betreffenden Blättchen. Das gesamte Mesophyll mit Ausnahme der schwach kollenchymatischen Zellen unterhalb des Hauptnervs ist angefüllt

mit Stärkekörnern. Trägt nur eins der drei Blättchen eine Galle, so werden die beiden anderen nicht davon beeinflußt; in diesen finden sich nur wenige Stärkekörnchen in den inneren Schichten des Schwammparenchyms und des Palissadengewebes. In manchen Fällen bleibt die Stärkereaktion in einigen Partien der Gewebe, welche die Larvenkammer unmittelbar umgeben, aus und in diesen Teilen ist der Zellinhalt dann reich an Eiweißverbindungen. An abgeschnittenen, im Wasser stehenden Exemplaren verschwand die in den gallentragenden Blättchen aufgespeicherte Stärke wiederum nach und nach. Dieselbe wurde augenscheinlich von den hungernden Sprossen verbraucht.

Die Larve ernährt sich, indem sie das die Kammer auskleidende Gewebe „abweidet". Die Oberhautzellen bieten ihr an-

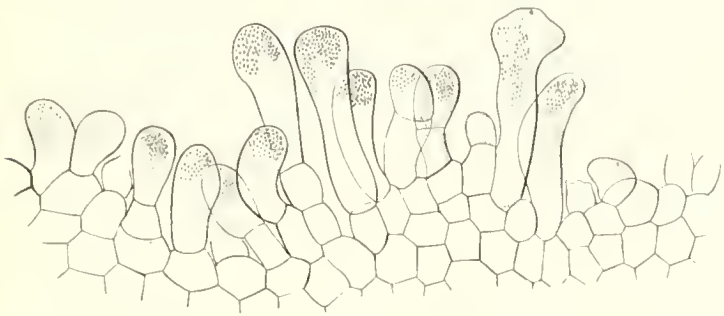


Fig. 4.

Ausgewachsene Zellen („Nährhaare") in der Umgebung der Larvenkammer. $^{300}/_{1}$.

fangs wenig Nährstoffe, da sie meistens nur einen sehr wäßrigen Zellinhalt führen. In den subepidermalen Geweben dagegen findet das Galltier im reichsten Maße alles, was es zur Ernährung braucht. Das Abweiden der Zellschichten durch die Larven findet bisweilen an einzelnen Stellen in größerem Maße statt, so daß unregelmäßige Höhlungen entstehen. Es kommt auch vor, daß noch nicht ausgewachsene Gallen keine Larve enthalten und daß die Galle eine größere Öffnung aufweist, so daß man wohl annehmen muß, daß die Larve sich zu sehr dem Rande der Verwachsungsstelle der Blatthälften genähert hat, die Galle dann aufgeplatzt ist und das Tier herausfiel.

Wenn die um die Kammer liegenden Zellschichten von der Larve abgefressen sind, tritt in den nächstliegenden, unverletzt gebliebenen Zellen erneutes Wachstum ein. Öfters wachsen sogar einige der innersten Zellen zu länglichen oder rundlichen

Gebilden aus und werden größer als die übrigen. Der Inhalt dieser „Nährhaare" ist in der Regel ganz besonders reich an Stärke. In den äußersten, oft engen Partien der Larvenkammer können sich derartig auswachsende Zellen bisweilen ungestört weiter entwickeln und erreichen schließlich eine schlauch- oder keulenförmige Gestalt; auch sie enthalten zahlreiche Stärkekörnchen (Fig. 4).

Die völlig entwickelte Larve frißt schließlich ein kleines, rundliches Loch in die seitliche Gallenwandung und begibt sich zur Verpuppung in die Erde. Nach MIK kommen wahrscheinlich zwei Generationen in einem Sommer zur Entwicklung.

Fig. 5.

Gallen von *Oligotrophus (Perrisia) carpini* F. Löw an den Blättern von *Carpinus betulus* L.

2. Entwicklungsgeschichte der Galle von *Oligotrophus (Perrisia) carpini* F. Löw[1]).

Diese Gallmücke veranlaßt an den Blättern von *Carpinus betulus* L. eine Mißbildung in Form von Verdickungen des Mittelnervs und einer mehr oder minder ausgedehnten Partie des untersten Teiles der Seitennerven, welche Erscheinung aber nur auf der Blattunterseite hervortritt (Fig. 5A). In den meisten Fällen krümmt

1) Nach brieflichen Mitteilungen des Herrn EW. H. RÜBSAAMEN gehört diese Art zur Gattung *Oligotrophus*.

sich der Mittelnerv mit der Spitze bogenförmig abwärts und die Blattfläche schlägt sich nach oben zusammen (Fig. 5B), wodurch diese Gallbildung sehr auffallend wird.

Die Larve lebt einzeln in der Galle und stets **im** Blattgewebe, möglichst nahe dem Leitbündel des Mittelnervs. Wenn wenige Gallen vorhanden sind, treten die Verdickungen lokal auf und der übrige Teil des Mittelnervs bleibt unverändert (Fig. 5A). Meistens trägt ein Blatt zahlreiche Gallen. Dann ist ein großes Stück oder fast der ganze Mittelnerv stark angeschwollen (Fig. 5B) und die Larven finden sich mit großer Regelmäßigkeit zu beiden Seiten längs des Mittelnervs.

Die erste Beschreibung und Abbildung der Galle lieferte F. LÖW in den Verhandlungen der K. K. Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. 24 (1874), S. 157, der in demselben Jahre auch das Galltier durch Zucht erhielt und als *Cecidomyia carpini* beschrieb (l. c., S. 322). Hier findet sich auch eine kurze, auf „mikroskopischer Untersuchung an von den Larven verlassenen Gallen beruhende Schilderung der Entwicklungsweise" der Galle. Er gibt an, daß der Mittelnerv sich in einen lappigen Fortsatz erweitert, welcher die Larve nach und nach überdeckt und zuletzt mit seinem dünnen, häutigen Rand bis an die Blattfläche reicht, wodurch die Larvenkammer entsteht (l. c., S. 325). Diese Angaben stimmen aber nicht mit meinen eingehenden und an zahlreichem Material gemachten mikroskopischen Untersuchungen überein.

Außerdem finden sich Angaben über den Bau der Galle von *Cecidomyia carpini* F. Löw bei HIERONYMUS (l. c., S. 128, Nr. 404). Dieselben beziehen sich jedoch nicht auf diese Art. (Vgl. RÜBSAAMEN, Mitteilungen über neue und bekannte Gallmücken und Gallen in Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 64 (1891), S. 150).

* * *

Beobachtungen über die Eiablage und über die ersten Entwicklungsstadien der Galle habe ich nicht machen können, da mir entsprechende Versuchsräume nicht zur Verfügung stehen.

Die jüngsten Zustände, welche ich von Anfang Juni an angetroffen habe, d. h. solche, bei denen die Anschwellung der Nerven noch sehr schwach ist, zeigen meistens einen Streifen bräunlichen Gewebes, der von dem innersten Teile des Nervenwinkels nach der Stelle führt, wo sich die Larve befindet. Es wird also dieses der Weg sein, den die junge Larve genommen hat, um in das Innere des Blattgewebes zu gelangen.

Die Nervenwinkel zeigen in den meisten Fällen alle charakteristischen Eigenschaften der Domatien: Durch steife, lange Haare wird der enge, innerste Teil, der sich verhältnismäßig weit in das Innere erstreckt, nach außen abgeschlossen und die Epidermis ist zartwandig. Daß diese Stellen kleinen Tieren tatsächlich zum Aufenthalt dienen, geht aus den sich häufig dort befindenden Überresten von Häuten und Kotmassen hervor. In den Verzeichnissen der domatienführenden Pflanzen, auch in dem zuletzt erschienenen, sehr vollständigen von PENZIG und CHIABRERA in Malpighia, Bd. XVII (1903), ist *Carpinus betulus* nicht aufgeführt.

Der Ort, an welchem die Larve lebt — von einer eigentlichen Larvenkammer kann man hier kaum sprechen — liegt stets nahe dem Mittelnerv. Der Einfluß des Galltieres macht sich zuerst und auch am ausgiebigsten in dem Siebteil des Leitbündels des Mittelnervs und mehr oder minder auch bei dem des betreffenden Seitennervs bemerkbar.

Unter normalen Bedingungen besteht der Siebteil aus etwa 6—8 Lagen von Siebröhren und Geleitzellen. Diese zarten, in voller Lebenstätigkeit befindlichen Gewebe sind nach außen hin von einem besonders auf dem Rücken des Mittelnervs mehr oder minder entwickelten Streifen gleichmäßig verdickter und stark verholzter Zellen (Bastfasern, Sklerenchymfasern) umgeben. Zwischen dieser Scheide mechanischer Zellen und der Oberhaut findet sich zunächst ein parenchymatisches Gewebe, das dann in ein mehr oder minder starkwandiges Kollenchym übergeht.

Die Anschwellung der Nerven beruht hauptsächlich auf Neubildungen aus dem Siebteil. Querschnitte zeigen, daß die äußersten Zellagen desselben sich in radialer Richtung verlängern und sich dann wiederholt durch Querwände teilen (Fig. 6). Die so entstandenen Zellschichten, deren Umfang, je nachdem der Einfluß der Larve größer oder geringer ist, auf das 3—4fache des ursprünglichen Siebteiles anwachsen kann, haben sehr dünne Wände und einen protoplasmareichen Inhalt. Die Larve befindet sich stets in der nächsten Nähe dieses ausgezeichneten „Nährgewebes", dessen an Eiweißverbindungen und Kohlehydraten reichen Zellinhalt sie durch Diosmose aufnimmt. Die äußersten Partien dieses Nährgewebes gehen nach und nach zugrunde und die Larve dringt oft weit in das neu gebildete Gewebe ein. Der Holzteil des Leitbündels erleidet keine wahrnehmbare Veränderung; diese Zellen sind endgültig in den Dauerzustand übergegangen. Dagegen aber verändern sich die mechanischen Zellen, welche das Leit-

bündel umgeben, sehr bedeutend. Durch die Neubildungen im Siebteil werden dieselben weiter nach auswärts verschoben und dabei vergrößert sich der Querschnitt der Bastfasern, deren Verdickung stärker und unregelmäßig wird. Die Larve muß ohne Zweifel in sehr junge Blätter eindringen, da die Bastfasern frühzeitig ihre vollkommene Entwicklung erreichen und dann bald

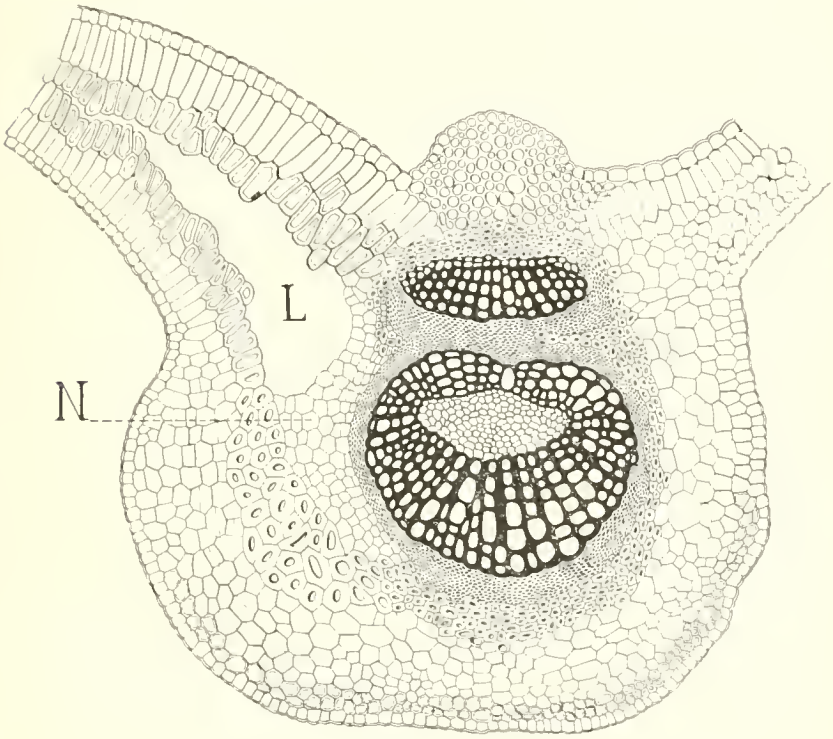


Fig. 6.

Querschnitt durch eine entwickelte Galle. L von der Larve bewohnte Höhlung. — N Nährgewebe. $^{50}/_{1}$.

absterben. Merkwürdigerweise findet man aber noch im Herbst Gallen mit in der Entwicklung begriffenen Larven.

Wenn nur auf der einen Seite des Mittelnervs ein Galltier vorhanden ist, beschränken sich die beschriebenen Veränderungen auf diese, während der übrige Teil den normalen Bau meist unverändert bewahrt (Fig. 6).

Die parenchymatischen Zellen außerhalb der Bastfasern vergrößern sich meistens auch etwas und bisweilen treten auch einige

Teilungen in denselben auf; wesentlich ist aber der dadurch bedingte Zuwachs nicht.

Wenn die Larve heranwächst, genügt ihr der kleine Raum in der Nähe des Leitbündels nicht mehr und die benachbarten Gewebe der eigentlichen Blattfläche werden in Mitleidenschaft gezogen. An der Grenze zwischen den Palissadenzellen und dem Schwammparenchym lockert sich das Gefüge und die Zellen weichen hier auseinander, augenscheinlich auch infolge der von der Larve ausgeschiedenen Stoffe. Man sieht deutlich, daß kein Zerreißen oder Sprengen der Zellen stattfindet, denn die vollkommen erhaltenen, plasmaführenden Zellen sind überall sichtbar (Fig. 6). Es muß also eine Auflösung der Mittellamelle stattfinden. Gleichzeitig strecken sich alle Zellen der beteiligten Gewebepartien des Mesophylls rechtwinklig zur Oberfläche und in den am meisten in dieser Hinsicht in Anspruch genommenen Stellen treten auch Querteilungen auf. Infolgedessen finden sich schließlich Zellen von langgestreckter Form an Stelle des ursprünglichen Schwammparenchyms. Ein Teil derselben sklerotisiert nach und nach und bildet eine „Schutzschicht" um die Stelle, wo sich die Larve befindet (Fig. 6). Schließlich trennen sich dann auf der Unterseite des Blattes die zu stark gedehnten Zellschichten der Galle von dem unveränderten Teile des Blattes los und die Larve kann durch diesen Längsriß parallel zum Mittelnerv in das Freie gelangen. Sie begibt sich in die Erde, wo sie sich verpuppt. Die dem Mittelnerv als seitliche Streifen anhaftenden Reste der losgelösten Oberhaut usw. dürften F. LÖW zu dem Irrtum Veranlassung gegeben haben, daß es sich hier um einen „seitlichen Fortsatz des Mittelnervs mit seinem häutigen, etwas franzigen Rande" (l. c., S. 324) handele. Damit fällt auch die sich daran knüpfende Angabe des Autors, daß diese Galle sich selbst öffne wie die von *Diplosis tremulae* Winn.

3. Die Gallen von *Rhabdophaga heterobia* H. Loew.

Die männlichen Kätzchen von *Salix triandra* L. (*S. amygdalina* L.) tragen bisweilen eine Gallbildung in Form von starker, wolliger Behaarung der Staubfäden. Diese durch die Larven der Gallmücke *Rhabdophaga heterobia* H. Loew bedingte Mißbildung ist meistens auf den oberen Teil des Kätzchens beschränkt (Fig. 7); dieselbe tritt aber auch in dessen Mitte auf, seltener beim Grunde oder an einzelnen Gruppen von Blüten zerstreut.

Die männlichen Blüten dieser Weidenart (Fig. 8) bestehen bekanntlich aus dem ovalen, stumpfen, kurz und schwach behaarten

Deckblatte, 3 Staubblättern, deren Fäden im unteren Viertel oder Drittel mit langen, bisweilen etwas gekräuselten, zugespitzten Haaren locker besetzt sind, und 2 Drüsen (Nektarien). Die vordere, d. h. die zwischen dem Deckblatt und den Staubblättern stehende Drüse ist schmal lineal und etwa 2 mm lang, also ungefähr ein Drittel der Länge des Deckblattes; letzteres ist etwa halb so lang wie die Staubfäden. Die hintere Drüse ist meistens etwas kürzer

Fig. 7.

Männliches Kätzchen von *Salix triandra* L. mit Gallbildungen von *Rhabdophaga heterobia* H. Loew. $^2/_1$.

aber viel breiter als die vordere und oben stark abgestutzt. Beide Drüsen sind vollkommen glatt.

In den vergallten Blüten (Fig. 9) schwellen die Staubfäden um das 2- oder 3fache an und verlängern sich auch bedeutend, oft um das Doppelte. Die abnorme Behaarung derselben erstreckt sich in den charakteristischen Fällen auf das ganze Filament. Diese Haare sind meist 2—3mal länger als die normalen und stehen auch viel dichter; sie haben ferner einen größeren Durchmesser und sind zum Teil an der Spitze abgerundet. Den plasmatischen Inhalt verlieren sie sehr bald und führen dann Luft. Da dieselben

mehr oder minder stark gekräuselt sind und diejenigen der benachbarten Fäden vielfach ineinandergreifen, so verfilzt das Ganze schließlich etwas. Die Staubbeutel werden durch die Gallbildung wenig oder gar nicht beeinflußt, so daß die Entwicklung und Ausstreuung des Blütenstaubes augenscheinlich in normaler Weise vor sich geht.

In allen von mir untersuchten Fällen vergrößert sich das Deckblatt nicht oder nur wenig; meist ist dann damit eine schwache

Fig. 8.

Normale Blüte. $^{15}/_{1}$.

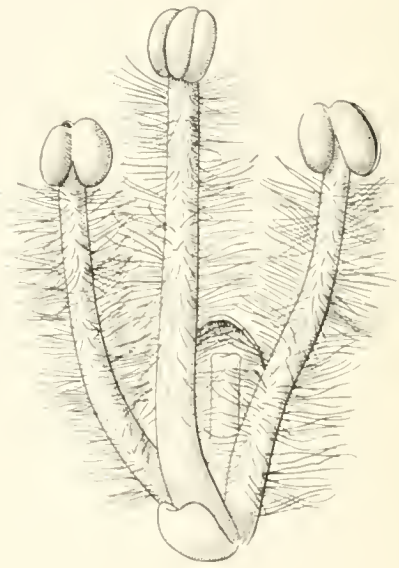


Fig. 9.

Vergallte Blüte. $^{15}/_{1}$.

Vermehrung der Behaarung verbunden. Das vordere Nektarium verlängert sich oft um das Doppelte, ohne jedoch wesentlich dicker zu werden; vielfach tritt gleichzeitig mehr oder minder starke Behaarung ähnlich der der Staubfäden ein. Es kommt aber auch vor, daß in benachbarten, sonst gleichmäßig vergallten Blüten diese Drüse bald behaart, bald unbehaart ist. Das hintere Nektarium erleidet meistens nur ganz geringfügige Veränderungen, indem es sich etwas vergrößert. Bemerkenswert ist, daß der von dem Galltier ausgehende Reiz die näher liegende, hintere Drüse nur wenig, die entferntere, vordere dagegen stark beeinflußt. An der Grenze der Gallbildung eines Kätzchens zeigen meistens zwei Spiralwindungen

von Blüten außerhalb der letzten von Larven bewohnten ganz oder teilweise die charakteristischen Veränderungen.

Während die normalen männlichen Kätzchen nach dem Verblühen abfallen, bleiben die vergallten mehrere Wochen an der Pflanze, in der Umgebung von München in der Regel bis Mitte Juni. Dieses abweichende Verhalten bedingt eine wenn auch nur geringfügige Weiterentwicklung der nur schwach ausgebildeten Leitungsgewebe der Kätzchenspindel. Die Zellen werden größer und dickwandiger und es macht sich sogar eine schwache Tätigkeit des Kambiums bemerkbar.

Die Angaben von HIERONYMUS (l. c., S. 161, Nr. 510) „Verdickung der Filamente der Staubblätter und abnormer starker Behaarung des unteren Teiles derselben" beziehen sich wahrscheinlich auf einen jungen Zustand, auf ein schwach vergalltes Kätzchen oder auf Blüten am Rande der Gallbildung. In allen Fällen, die ich untersuchte, fand ich die abnorme Behaarung über den ganzen Staubfaden oder doch den größten Teil desselben ausgedehnt. Auch die Beschreibung von H. LOEW in Dipterologische Beiträge, IV. Teil (1850), S. 29, und von FRANK in Pflanzenkrankheiten, Bd. III (1896), S. 118 (. . . „die Larven leben in deformierten männlichen Kätzchen, deren Deckblätter zu vergrößerten, breiten Schuppen verbildet sind, hinter denen eine Masse weißer Wolle steckt"), sind nicht zutreffend. Ebenso ist die Notiz bei O. SEEMEN in ASCHERSON und GRÄBNER, Synopsis der mitteleuropäischen Flora, Bd. IV, S. 74: „Mitunter finden sich an den Kätzchen birnförmige Verdickungen, hervorgerufen durch *Cecidomyia heterobia*" nicht sehr klar.

* * *

Die 2—3 mm langen, orangefarbenen Mückenlarven treten sehr zahlreich in dem vergallten Teil des Kätzchens auf. Sie scheinen wenig beweglich zu sein und liegen parallel zur Längsrichtung der Staubfäden in der Weise, daß das Kopfende stets der Achse des Kätzchens zugewendet ist. Von außen her ist von ihnen infolgedessen nichts wahrzunehmen, denn sie sind unter der dichten, wolligen Behaarung vollkommen verborgen. Bei vorsichtigem Präparieren junger Stadien hatte ich wiederholt Gelegenheit zu beobachten, daß das Kopfende der Larven dem hinteren Nektarium aufliegt; in anderen Fällen befand sich dasselbe in Berührung mit der Kätzchenachse.

Diese Beobachtungen liefern einen Beitrag zu der noch nicht gelösten Frage nach der Art und Weise der Ernährung der Gall-

mückenlarven. Die durch das Galltier hervorgerufenen Haare kommen ihres toten Zellinhalts wegen hiefür nicht in Betracht und dienen ohne Zweifel nur zum Schutz der Larve. Das Nektarium dagegen besteht aus zarten, an organischen Verbindungen reichen Geweben: ähnlich beschaffen sind auch die Rindengewebe der Kätzchenachse. Die Mückenlarven, welche im Gegensatz zu den meisten Insektenlarven keine Freßwerkzeuge besitzen, können nur durch Diosmose ihre Nahrung aus dünnwandigen, plasmareichen Zellen aufnehmen. Eine Aufnahme der Nahrung durch die ganze Körperfläche ist hier sicher ausgeschlossen. Verletzungen irgend welcher Art an der Oberfläche der von dem Kopfende der Larve berührten Gewebe habe ich niemals wahrnehmen können.

Nach Behandlung mit Fehlingscher Lösung und mit Ortho-Nitrophenylpropiolsäure (vgl. P. Knuth, Handbuch der Blütenbiologie II, 2, S. 473) bekommt man sehr deutlich die für Zucker charakteristische Färbung in den Zellen des Nektariums und der darunter liegenden Gewebepartien. Die Larven finden hier ohne Zweifel genügende Nahrung.

* * *

Rhabdophaga heterobia hat zwei Generationen im Jahr. Die erste schlüpft aus den überwinterten Puppen Ende April oder Anfang Mai aus und legt die Eier in die hervorbrechenden männlichen Kätzchen von *Salix triandra*. Die Larven erreichen ihre volle Entwicklung bis Ende Mai oder Anfang Juni. Sie verpuppen sich dann an Ort und Stelle. Wenn der Reiz der Galltiere aufhört, fällt das Kätzchen mit den Puppen zu Boden. Letztere genießen auch dann noch den Schutz der dichten, wolligen Behaarung.

Die Mücken schlüpfen im Zuchtglase nach 3—4 Wochen aus. Diese zweite Generation findet in der Regel keine jungen männlichen Kätzchen vor. Die Eier werden daher in die Spitze von Haupt- und Seitensprossen gelegt und es entstehen hier im August kleine, schopfartige Rosetten, deren Blätter verkürzt, ganzrandig, etwas verdickt und besonders am unteren Teile wollig behaart sind.

Wenn die erste Generation dieser Mücken junge männliche Kätzchen nicht mehr antrifft, so werden nach H. Loew (Zur Kenntnis der Gallmücken. Linnaea Entomologica V [1851], S. 374) die Eier ebenfalls an die Sproßspitzen abgelegt.

Anderseits bringt auch die zweite Generation an den männlichen Kätzchen die erwähnte Gallbildung hervor, wenn durch be-

sondere Bedingungen oder Zufälle solche Blüten (proleptische Kätzchen) zur Flugzeit vorhanden sind. Derartiges Material erhielt ich aus Würzburg und Budapest.

In den Blattrosetten leben die Larven ebenfalls unter dem Schutze der wolligen Behaarung. Sie nehmen ihre Nahrung wohl in derselben Weise wie in der Kätzchengalle auf. Ihr Kopfende liegt an den zarten, an plastischen Substanzen reichen Geweben um den Vegetationspunkt. Irgendwelche wesentlichen anatomischen Veränderungen sind hier nicht wahrnehmbar.

C. Müller macht in Just Jahresbericht 1883 II, S. 465, Ref. 96 die Bemerkung, daß die hier behandelte Mißbildung von Gallmilben hervorgerufen wird und die Gallmückenlarven nur Inquilinen sind. Hieronymus l. c., S. 162 hebt schon hervor, daß dieses nicht zutrifft. Auch ich habe niemals Gallmilben angetroffen.

München, Juni 1910.

36. Felix Rosen: Über Bastarde zwischen elementaren Species der Erophila verna.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit einer Abbildung im Text und Tafel VI.)

(Eingegangen am 20. Juni 1910.)

Unter den Autoren, welche der spontanen Bastardbildung Bedeutung für den Artenbestand der Gattungen zuschreiben, nennt Hugo de Vries[1]) auch mich. In der Tat hatte ich, um gewisse Eigentümlichkeiten im Vorkommen der elementaren Species von *Erophila verna* zu erklären, erwogen, ob sie nicht zum Teil spontane Bastarde seien[2]). Aber meine Vermutungen hatte ich nicht durch sichere Beobachtungen belegen können, da ich meine Kulturversuche mit Hungerblümchen damals auf lange Zeit unterbrechen mußte.

Im Zusammenhang mit anderen Fragen bezüglich elementarer Species habe ich auch diese neuerdings wieder aufgenommen. Einige *Erophila*-Kleinspecies, welche sich bis jetzt in vier Gene-

1) Die Mutationstheorie II, S. 497.

2) Botanische Zeitung 1889, S. 618.

rationen konstant zeigten, wurden künstlicher Kreuzung unterworfen. Die Versuche konnten nicht in der üblichen Weise angestellt werden, daß die zur Belegung mit fremden Pollen bestimmten Blüten, vor dem Öffnen der eigenen Antheren, kastriert wurden — dazu sind die *Erophila*-Blüten zu klein und eng gebaut. Obendrein öffnen sich die Pollensäcke meist vor der Krone, und selten ist ein Narbenköpfchen, wenn es eben sichtbar wird, nicht schon mit dem Pollen der benachbarten Staubblätter belegt. So mußte ich mich darauf beschränken, solche Narben zur Kreuzung auszuwählen, welche sich bei sorgfältiger Prüfung mit der Lupe als leidlich rein erwiesen; es konnte auch nicht verhindert werden, daß nachträglich noch autogame Bestäubung eintrat. Bei diesem Verfahren erhielt ich in manchen Fällen gar keine Bastarde, in anderen eine geringe Anzahl; nur ein einziges Mal erwiesen sich die gewonnenen Pflanzen ihrer großen Mehrzahl nach als Bastarde. — Über einige sich hieran schließende ökologische Fragen soll später im Zusammenhang berichtet werden.

Von drei Kreuzungsversuchen aus dem Jahr 1908 erhielt ich 1909, neben 100 unveränderten Pflanzen, nur 7 Bastarde, die zudem alle der gleichen Art angehörten. Die Eltern dieses Bastardes sind zwei sehr verschiedene Formen. Die Mutterpflanze ist eine relativ große Art mit breiten, stumpfgezähnten und schwachbehaarten Blättern von sattgrüner Farbe (Tafel VI Abb. 1); ihre Blüten sind sehr groß und fast radförmig, d. h. die Petala sind kurz und so breit, daß sie sich seitlich berühren. Die Frucht ist breit, verkehrt eiförmig und etwas gedunsen; ihre Durchmesser sind 7 : 3,5—4,5 : 2 mm (Länge, Breite, Dicke). Diese ansehnlichste aller mir bekannt gewordenen *Erophila*-Arten gehört zu den späterblühenden, die man als „*majusculae*" unterschieden hat. Ich nenne sie *Erophila cochleata*, weil ihre Primärblätter auffallend löffelförmig sind (vgl. Textfigur a); die Identifizierung mit einer JORDANschen Art gelang mir leider nicht, doch wage ich auch nicht zu behaupten, daß JORDAN diese Form noch nicht gekannt habe.

Der Vater des Bastardes ist eine kleine, schmalblättrige, blaugrüne Art mit Sternhaarbekleidung (Tafel VI Abb. 2); die Blätter tragen am Grunde der Lamina einen braunen Pigmentfleck und sind zum Teil mit je einem leidlich scharfen Zahn jederseits versehen. Die kleinen und wenig ansehnlichen Blüten haben Kreuzform, da die Petala lang und schmal sind und seitlich zwischen sich große Zwischenräume freilassen; die Frucht ist elliptisch mit den Durchmessern 7 : 2 : 1 mm. Diese Form, für welche ich den Namen *Erophila radians* vorschlage — wegen der langausstrahlenden

schmalen Rosettenblätter —, steht mehreren von JORDAN beschriebenen Arten (*E. subtilis*, *tenuis* u. a.) recht nahe und ist möglicherweise mit einer solchen identisch; sie blüht sehr zeitig im Frühjahr, sobald nur eine gewisse Erwärmung des Bodens eingetreten ist.

In den Aussaaten ist der Bastard *Erophila cochleata* × *radians* zwischen den Pflänzchen der Mutterart frühzeitig kenntlich an seinen schmalen, etwas spitzen und reichlich sternhaarigen Blättern (vgl. Textfigur c). Bald nimmt der Bastard eine graugrüne Farbe an, die zwischen dem reinen Grün der Mutter und dem Blaugrün des Vaters einigermaßen die Mitte hält. Die vegetative Entwicklung läßt nichts Abnormes erkennen; neben den Eltern gezogen, blüht der Bastard 1—2 Tage nach dem Vater und etwas länger vor der Mutter auf; die Blüten selbst stehen in Größe und Form zwischen denjenigen der Eltern. Nun erst verraten die zarten, aber wohlgestalteten Pflanzen ihre Bastardnatur: sie erweisen sich als sehr wenig fruchtbar und tragen nur halbverkümmerte, wenigsamige Früchtchen von ungefähr elliptischem Umriß. Dagegen produzieren sie sehr reichlich Blüten an sich stark verlängernden Trauben.

Geht man von dem Erfahrungssatze aus, daß Bastarde um so fruchtbarer sind, je näher die Verwandtschaft ihrer Eltern ist, so dürfte man wohl erwarten, daß zwei elementare Species einer so wohlumgrenzten Sammelart, wie *Erophila verna*, einen fast voll fruchtbaren Bastard geben müßten. Nach meinen weiteren Kreuzungsversuchen, über die ich erst später berichten will, sind die *Erophila*-Bastarde aber meist sehr unfruchtbar, zum Teil anscheinend vollständig; ja ich muß es zurzeit noch fraglich lassen, ob gewisse entfernter stehende Kleinspecies überhaupt miteinander gekreuzt werden können — die vorliegenden Versuche gaben nur negative Resultate.

Nach der bekannten Forderung DE VRIES[1]) wurde das Verhalten der einzelnen elterlichen Charaktere in den Bastarden studiert. Die meisten Differenzen zwischen *Erophila cochleata* und *radians* sind graduelle, so die Stärke der Behaarung, die Längen-Breitenverhältnisse der Blätter, die Ausbildung der Blattzähne, die Dimensionen der Petala und der Früchte. In allen diesen Merkmalen steht der Bastard zwischen den Eltern, in jedem einzelnen bald dem Vater, bald der Mutter mehr genähert oder intermediär. Freilich, in den am meisten in die Augen fallenden Merkmalen,

1) Mutationstheorie Bd. II, Elementare Bastardlehre S. 5.

welche die Tracht der ganzen Pflanze bedingen, überwiegt hier der Einfluß der Mutter, doch läßt sich nicht sagen, daß der Bastard goneoklin oder gar einseitig sei, weil jeder Versuch, den Wert der einzelnen Merkmale gegeneinander abzuschätzen, durch unser subjektives Ermessen stärker als durch objektive Erwägungen beeinflußt wird.

Unter den konkurrierenden Merkmalen befindet sich aber eins, das anderen Charakter trägt. *Erophila radians* bildet, wie manche andere Hungerblümchenarten, an der Basis der Lamina ihrer mittleren Blätter einen Pigmentfleck, welcher der *Erophila cochleata* durchaus fehlt. Dieser Unterschied ist also nicht graduell, sondern essentiell. Es zeigte sich nun, daß die Pigmentflecke der *E. radians* auf alle Bastarde übergingen und daß sie hier nicht etwa kleiner als bei der Stammart waren — ein Ergebnis, daß sich, wie es scheint, auch bei anderen Kombinationen pigmentierter und pigmentloser Hungerblümchen regelmäßig einstellt. Ich notiere diese Tatsache, weil sie gegen eine der sog. Bastardregeln zu verstoßen scheint: nimmt man doch an, daß das phylogenetisch ältere Merkmal bei der Kreuzung präponderiere[1]). Nun ist aber klar, daß zunächst die Blätter ohne Flecke vorhanden gewesen sein müssen, bevor die Pigmentierung eintreten konnte; die Flecke hätten also bei der Kreuzung schwinden müssen.

Es wurde weiter erwogen, ob uns hier ein dominierendes Merkmal im Sinne MENDELs vorliegen könnte. Das ist möglich und soll in einer besonderen Versuchsreihe noch geprüft werden. Aber kein weiteres Merkmal der gekreuzten *Erophila*-Arten konnte als dominierend oder recessiv erkannt werden, und ebensowenig gab das gleich zu schildernde Verhalten der nächsten Generation eine Andeutung von MENDELscher Spaltung. Es ist dies insofern von Interesse, als auch dieser Befund für den Speciescharakter der *Erophila*-Formen spricht. Varietäten, nach der sehr brauchbaren Definition, die DE VRIES[2]) uns gab, unterscheiden sich von der Stammart resp. von einander durch ein einziges, oder wenige und dann wohl zusammenhängende Merkmale; hier vorzüglich sind die Bedingungen für MENDELsche Spaltung gegeben. Arten dagegen sind durch viele und voneinander unabhängige Merkmale geschieden; unter ihnen mögen wohl auch Paare dominierender und recessiver vorkommen — im allgemeinen wird eine solche Beziehung nicht bestehen. Daß aber die elementaren Arten der

1) Vgl. H. DE VRIES, Mutationstheorie II, S. 33

2) Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation S. 71.

Erophila in vielen unabhängigen Merkmalen verschieden sind, ist von ALEXIS JORDAN bis DE VRIES immer wieder betont worden.

Die sieben Exemplare des Bastardes *Erophila cochleata* × *radians*, die ich im Jahre 1909 erzog, zeigten untereinander dieselbe Gleichförmigkeit, wie jeder bisher geprüfte reine Satz einer spontanen *Erophila*. Bei Wiederholung des Kreuzungsversuches gewann ich 1910 43 Bastarde dieser Art, die genau ebenso conform waren; dasselbe Bild ergab sich bei allen anderen inzwischen erzeugten Bastarden der verschiedensten Zusammensetzung. Ich glaube also schon jetzt sagen zu können, daß die *Erophila*-Bastarde in erster Generation stets conform sind und ebensowenig zum variieren oder

Erophila cochleata (a), *E. radians* (b) und die Nachkommenschaft ihres Bastardes: intermediäre Form (c), mutterähnliche (d), vaterähnliche (e). Zeichnung mit dem Zeichenapparat; Verg. 3.

mutieren neigen wie die reinen Arten. Ein vollständig anderes Verhalten zeigte aber die zweite Bastardgeneration, welche mir bisher nur von *Erophila cochleata* × *radians* bekannt ist.

Obwohl, wie schon gesagt, die Fruchtbarkeit dieses Bastardes nur gering ist, gelang es doch, genügend Samen zur Fortsetzung der Versuche zu sammeln. Bei völligem Ausschluß des Insektenbesuches waren sie autogam entstanden. Ich sammelte gesondert einzelne Früchte ein und, da diese sehr wenige Samen enthielten, gemeinsam den Rest. Im ganzen erwuchsen mir hieraus im Jahre 1910 125 Pflanzen. Als diese einige Blättchen gebildet hatten, zeigten sich Differenzen: ein Teil der Pflänzchen trug den Typus der rundblättrigen *Erophila cochleata* (Abbildung d der Textfigur),

andere den der lanzettblättrigen *E. radians* (Abb. e), wieder andere einen mittleren Typus (Abb. c). Es wurde zunächst vermutet, daß Rückschläge nach den Großeltern aufträten und daher der größte Satz (119 Pflanzen) ausgezählt: es ergaben sich 18 Pflanzen, die der Großmutter ähnelten, 8 von der Gestalt des Großvaters, bei 93 war eine solche Entscheidung nicht möglich. Zudem waren die als einer Stammart ähnlich bezeichneten Exemplare dies auch nicht in allen Merkmalen; so zeigt das in Figur e dargestellte Pflänzchen wohl in der Blattform die Charaktere des Großvaters, die fast völlig fehlende Behaarung deutet aber noch auf einen starken Einfluß der Großmutter.

Mit fortschreitender Entwicklung gewann das Bild nicht an Klarheit, sondern gestaltete sich immer komplizierter. Die der *E. cochleata* ähnlichen Individuen entwickelten *radians*-Merkmale und umgekehrt, und bald traten immer mehr Merkmale auf, die weder dem Großvater noch der Großmutter eigen waren. Kurz vor der Blüte, als die Blattrosetten voll ausgebildet waren und die Unterscheidungsmerkmale am schärfsten hervortraten[1]), wurde es klar, daß unter den 125 Bastarden zweiter Generation nicht zwei einander gleich waren, und wie weit die Verschiedenheiten gehen, das lehrt ein Blick auf unsere Figuren (Tafel VI), die aus der Zahl der zu weiteren Versuchen reservierten Samenpflanzen ausgewählt wurden. Auch in ihren Blüten zeigten diese Bastardabkömmlinge erhebliche Verschiedenheiten, freilich von geringerer Amplitüde, doch waren sie zum großen Teil schlecht ausgebildet — vielleicht infolge der inzwischen aufgetretenen sommerlichen Wärme. Die Fruchtbildung war noch unregelmäßiger.

So war es also gelungen, eine Polymorphie zu erzeugen, die vorher niemals beobachtet werden konnte. Und doch mußte die Existenz der zahllosen elementaren Species von *Erophila verna* geradezu zu der Annahme herausfordern, daß sie als Varianten oder Mutanten entstanden seien. Wo und wie die Hungerblümchen aber in vergleichbaren Kulturen geprüft wurden, stets zeigten sie sich constant und artenweise conform. Auch fehlen den *Erophilae* solche biologischen Variationen, welche Gegenstand der Naturzüchtung und der Fixierung durch diese werden könnten, wenn sie auch gewisse Unterschiede in ihrer Ökologie zeigen, worüber ich später Genaueres berichten werde. Die einzigen Formveränderungen, die unsere Pflanzen in den Kulturen gelegentlich zeigen,

1) Vgl. F. ROSEN in Botan. Zeitung 1889, S. 576.

sind Bildungsabweichungen (Monstrositäten), die weder erblich noch zur Charakterisierung neuer Sippen geeignet sind.

So ständen wir vor dem Kleinspeciesbestand der *Erophila verna* wie vor einem vollkommenen Rätsel, wenn unsere Bastardierungsversuche nicht die Möglichkeit einer Lösung andeuteten. Wenn es gelänge, aus den nun different gewordenen Formen wieder constante Reihen hervorgehen zu sehen, wenn die stark geschwächte Fruchtbarkeit wieder stiege, so hätten wir ja nichts anderes als neue Kleinspecies und wüßten wenigstens, was den Anstoß zu ihrer Bildung gegeben hätte. Der zurzeit mystische Begriff der Mutationsperioden bekäme dann einen anderen, greifbaren Inhalt. — Ob diese Erwartungen sich erfüllen werden, müssen die nächsten Jahre zeigen.

Schon jetzt mag aber betont werden, daß zwischen meinen 125 Pflanzen zweiter Generation der *Erophila cochleata* × *radians* mindestens ebenso große Unterschiede bestehen, wie zwischen irgendwelchen spontanen Kleinspecies der *Erophila*. Denn diese Bastardabkömmlinge stehen zum großen Teil nicht mehr zwischen den Stammformen, d. h. ihre Merkmale sind nicht durch Addition oder Subtraktion aus den Merkmalen ihrer Stammeltern herzuleiten. Es ist Neues entstanden. Das mag in Rücksicht auf die große Seltenheit solcher Beobachtungen[1]) ausdrücklich gesagt werden, und davon dürfte sich der Leser selbst überzeugen, wenn er die Figuren unserer Tafel durchprüft[2]).

Es eröffnen sich hier Möglichkeiten, dem Artbildungsproblem einen Schritt näher zu kommen, auf die ich jetzt noch nicht eingehen darf. In einigen Jahren hoffe ich, gestützt auf das dann herangewachsene Material, mit größerem Rechte sprechen zu können.

Die Frage, ob es spontane *Erophila*-Bastarde gebe, hatte ich ursprünglich aufgeworfen, um eine Erklärung für das gemeinsame Vorkommen ähnlichster Arten auf engem Standort zu finden[3]). Dabei dachte ich nur an Zwischenformen, wie die Floristen solche seit LINNÉs Zeiten gemeinhin als Bastarde angesprochen haben, besonders wenn sie in der Nachbarschaft der praesumptiven Eltern

1) DE VRIES, Mutationstheorie II, S. 528.

2) So hat Figur 5 schmalere, Figur 4 rundere Blätter als beide Stammeltern, Figur 7 hat nur am Blattrand — nicht, wie die Stammformen, auch auf der Blattfläche — Haare; Figur 11 hat weit längere Blattstiele, Figur 9 eine der *E. cochleata* wie der *E. radians* völlig fremde Art der Blattzähnung usw.

3) Botan. Zeitung 1889, S. 618.

vorkamen. Soweit sich bisher übersehen läßt, sind aber die sog. Mittelformen bei *Erophila* nicht ohne weiteres als Bastarde anzusprechen, welche ja eine starke Abnahme der Fruchtbarkeit und in zweiter Generation eine schrankenlose Polymorphie zeigen müßten. Wohl aber könnte es sich um Bastardabkömmlinge weiterer Generationen handeln, deren Eigenschaften noch nicht erforscht sind.

Breslau, Pflanzenphysiologisches Institut, Juni 1910.

Figurenerklärung der Taf. VI.

Erophila cochleata (1) und *Erophila radians* (2) sowie die Abkömmlinge ihres Bastardes.

Natürliche Größe. (Die Tafel ist nach Figuren hergestellt, die mit dem Zeichenapparat gezeichnet und nach der Natur koloriert sind.)

37. P. Magnus: Erkrankung des Rhabarbers durch Peronospora Jaapiana.

(Mit Tafel VII.)

(Eingegangen am 20. Juni 1910.)

Von Herrn Lehrer O. JAAP erhielt ich eine *Peronospora* auf den Blättern von *Rheum rhapontieum*, die derselbe in seinem Garten zu Trignitz in der Priegnitz im August 1909 beobachtet hatte. Er sandte sie mir gütigst zur Bestimmung und eventuellen Bearbeitung zu. Ich muß sie als eine neue Art ansprechen, die ich zu Ehren des Entdeckers als *Peronospora Jaapiana* P. Magn. bezeichne.

Sie tritt auf den Blättern in kleineren oder größeren Flecken auf (s. Fig. 1 und 2). Das Gewebe der befallenen Blattflecken wird bald von der *Peronospora Jaapiana* getötet, so daß die alten Flecken braun erscheinen mit scharf gegen die grüne gesunde Blattfläche abgesetztem Rande. Die Conidienträger treten nur auf der Unterseite des Blattes hervor. Auf den jungen Flecken erscheinen sie als schwach violetter Überzug, während sie auf der Unterseite der älteren Flecken nur als einzelne kleine weiße Pünktchen erscheinen. Die Conidienträger treten zu 1—3 aus den Spaltöffnungen hervor. Sie sind 225,35

bis 329,95 μ hoch; ihr Stiel ist etwas länger als die Hälfte des Trägers und 130,75—209,20 μ hoch. Der Träger ist 2—6mal dichotom verzweigt (s. Fig. 3) mit allmählich verdünnten Ästen. Die Äste höherer Ordnung stehen mehr oder minder rechtwinkelig voneinander ab. Die letzten Äste sind kurz, pfriemlich zugespitzt, gerade starr und meist rechtwinkelig abstehend. Die Conidien (s. Fig. 4) sind oval, an den Polen abgerundet ohne Papille, etwas violett bis gelblich gefärbt und 25—34 μ lang und 16,5—18 μ breit. Durch das Fehlen der Papille an den Conidien erweisen sie sich als zu der Pleuroblastae DE BARYs der alten Gattung *Peronospora* im Sinne CORDAs und DE BARYs gehörig. SCHROETER hat bekanntlich die Gattung *Peronospora* auf die Pleuroblastae DE BARYs beschränkt. Oosporen sind nicht angetroffen worden.

Diese Art möchte am nächsten verwandt sein der *Peronospora Rumicis* Cda., mit der sie namentlich durch die kurzen, pfriemlich zugespitzten, rechtwinkelig abstehenden letzten Verzweigungen der Conidienträger übereinstimmt. Abgesehen von den Maßen der Conidien, deren Differenzen von *P. Rumicis* Cda. bei ausgedehnteren Messungen (ich habe nur 10 Conidien gemessen, weil an dem getrockneten Material die meisten Conidien auf einer Seite eingefallen oder eingeschrumpft waren), weicht sie durch ihr Auftreten auf der Wirtspflanze sehr bedeutend von *Peronospora Rumicis* Cda. ab. Während das Mycel der *Peronospora Jaapiana* nur auf einzelnen scharf begrenzten Blattflecken auftritt und nur auf deren Unterseite die Conidienträger entwickelt, durchzieht das Mycel der *Peronospora Rumicis* Cda. die ganzen Sprosse und bildet auf der ganzen Unterseite der Blätter der befallenen Sprosse (Rosetten mit Infloreszenzen) die grauvioletten Conidienträger aus. Die so befallenen Blätter bleiben kleiner und schmäler mit nach der Unterseite zurückgerollten Rändern und erscheinen blasser; an den Infloreszenzen bleiben die Blüten knäuelförmig mehr oder weniger zusammengedrängt und tragen auf ihren Blättern Conidienträger. ALFR. FISCHER gibt in RABENHORSTs Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 2. Auflage, Erster Band, Abt. IV, S. 480, an, daß das Mycel im Rhizom perenniert. Durch dieses biologische Verhalten sind also beide Arten sehr verschieden voneinander. Eine andere bei Peronosporeen im ganzen seltene biologische Eigentümlichkeit der *Peronospora Jaapiana* P. Magn. ist, daß das befallene Gewebe so bald getötet wird.

Untersucht man in solchen getöteten Flecken das Mycel der *Peronospora Jaapiana*, so bietet es einen eigentümlichen Anblick dar (s. Fig. 5). Es erscheint als stark lichtbrechende Fasern.

Das ganze Lumen der Mycelhyphen ist mit einer stark lichtbrechenden Masse ausgefüllt. Infolgedessen ist es sehr brüchig, wie das die Bruchstücke in Fig. 5 zeigen. Wie mein Neffe WERNER MAGNUS es gleich erklärte, handelt es sich um das Auftreten von Glykogen. Bei Zusatz einer Lösung von Jodjodkalium färben sich diese Mycelschläuche rotbraun, und diese rotbraune Färbung verschwindet beim Erwärmen des Präparats und tritt bei der Abkühlung wieder auf. Das sind die Reaktionen auf Glykogen, wie sie ERRERA nachgewiesen hat, z. B. in Botan. Zeitung 44. Jahrg. 1886 Sp. 316—320. Derselbe Forscher hat auch das Auftreten des Glykogens bei mehreren Peronosporeen nachgewiesen, bei *Albugo candida* (Pers.) O. Kze., *Phytophthora infestans* d. By., *Ph. omnivora* d. By., *Bremia Lactucae* Regel, *Peronospora effusa* Rbh. und *Per. arborescens* d. By. (s. Recueil de l'Institut botanique de Bruxelles tome I, 1905, S. 371).

Dieses reichliche Auftreten des Glykogens im Mycel der getöteten Flecke dürfte meist die Überwinterung der *Peronospora Jaapiana* vermitteln. Solche Stellen getöteten Blattgewebes, namentlich größerer Flecken, wie sie diese Art auf den Blättern von *Rheum rhaponticum* bildet, fallen leicht aus und zu Boden, und dort könnten die Mycelschläuche mit dem aufgespeicherten Glykogen überwintern und im Frühjahre auskeimen und die Blätter der hervorsprossenden Knospen inficieren. Von den ersten Infektionsstellen würde sich dann die Krankheit durch die zahlreichen gebildeten Conidien verbreiten. Wie schon gesagt, sind Oosporen, vermittelst deren die *Peronospora Jaapiana* überwintern könnte, bisher ebensowenig, wie bei *Per. Rumicis* Cda. gefunden worden. Dieselbe *Peronospora Jaapiana* hat, worauf mich Herr Geh. Rat J. BEHRENS freundlich aufmerksam gemacht hat, offenbar schon A. OSTERWALDER auf *Rheum undulatum* bei Wädensweil in der Schweiz beobachtet, worüber er berichtet im Centralblatte für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abt., X. Bd. (1903), S. 775—777. Er unterscheidet sie dort ebenfalls von *Peron. Rumicis* Cda. hauptsächlich auf Grund des Fehlens der für diese Art charakteristischen Beisprosse unter der wiederholt gabeligen Krone der Conidienträger. Eben darauf hatte schon ALFR. FISCHER l. c. S. 481 die *Peronospora Polygoni* Thm. von der *Peronospora Rumicis* Cda. unterschieden. Und daraufhin hat wohl OSTERWALDER l. c. die *Peronospora* auf *Rheum undulatum* zu *Peron. Polygoni* Thm. gezogen. Aber diese weicht in ihrem Auftreten auch insofern etwas ab, als sie nicht wie *Per. Jaapiana* kleine scharf begrenzte Flecken auf der Unterseite der Blätter bildet, sondern weite Flächen dort überzieht und nicht

selten die ganze Blattunterseite befällt. Ferner sind die Conidien von *Peronospora Polygoni* nach ALFR. FISCHER groß, lang-ellipsoidisch, fast noch einmal so lang als breit (17 : 30 μ), was für die Conidien von *Per. Jaapiana* nicht zutrifft, die mehr den kürzeren der *Peronospora Rumicis* Cda. gleichen. Ich kann diese daher nicht zu *Per. Polygoni* Thm. ziehen.

Ein praktisches Interesse hat diese Art auch, weil sie auf einer Kulturpflanze auftritt, deren Kultur in der letzten Zeit bedeutend zugenommen hat. Die biologische Entwicklung gibt das Mittel zu ihrer Bekämpfung. Sobald man die Flecken getöteten Blattgewebes mit den Pilzrasen auf der Blattunterseite bemerkt, sollte man diese Spreitenteile sofort verbrennen. Es ist das hier um so leichter, als es nur die Blattstiele sind, welche als Gemüse verkauft werden, und man die Spreiten sowieso abschneidet. Dabei kann man auch leicht die jüngeren infizierten Blattspreiten entfernen, da die Blattrosette nur relativ wenige Blätter trägt.

Die beigegebenen Zeichnungen hat Frl. I. KUHN bei mir nach der Natur gezeichnet.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VII.

Fig. 1. Blatteil von *Rheum rhapontieum* mit durch *Peronospora Jaapiana* getöteten Blattflecken von der Unterseite. Natürl. Größe.
Fig. 2. Ebensolche Blattart von der Oberseite gesehen. Natürl Gr.
Fig. 3. Einzelner Conidienträger der *Peron. Jaapiana*. Vergr. 375.
Fig. 4. Einzelne Conidien der *Peronospora Jaapiana*. Vergr. 375.
Fig. 5. Mycel der *Peronospora Jaapiana* im getöteten Blattgewebe. Vergr. 375.

38. D. Prianischnikow (Referent) und J. Schulow: Über die synthetische Asparaginbildung in den Pflanzen.

(Eingegangen am 22. Juni 1910.)

Im Anfang der 90er Jahre, als der Referent in seiner Arbeit über die Keimungsvorgänge bei *Vicia sativa* auf die Frage der Asparaginbildung in den Pflanzen stieß, herrschte in botanischen Kreisen die Meinung von PFEFFER, daß das Asparagin eine Wanderungsform der Stickstoffsubstanzen sei, welche als wenig bewegliche hochmolekulare Eiweißverbindungen kolloidaler Natur

die pflanzlichen Membranen nicht gut durchdringen können; dagegen dringt das Asparagin, als lösliches Krystalloid, welches auf Kosten von Eiweißsubstanzen in den Kotyledonen sich bildet, leicht in die wachsenden Pflanzenteile, um dort mit den zufließenden Kohlehydraten die Eiweißstoffe zu regenerieren. „Was der Zucker für die Zellhäute, das ist das Asparagin für die eiweißhaltigen Inhaltstoffe der Zellen", schreibt PFEFFER im Jahre 1872[1]).

Aber E. SCHULZE (Zürich) hat schon seit 1878 auf eine Reihe von Tatsachen hingewiesen, die er bei der Keimung von Lupinen beobachtete, und die nach seiner Meinung mit der PFEFFERschen Hypothese in Widerspruch stehen. So erwies sich, daß die Anhäufung von Asparagin in den Lupinenkeimlingen schon in den ersten Tagen der Keimung beginnt, zur Zeit also, wo der Vorrat an Kohlehydraten (Galaktanen) noch lange nicht erschöpft wird; daß die Wurzeln und Knollen größere Mengen von Asparagin (resp. Glutamin) enthalten können, obgleich sie auch große Quantitäten von Kohlenhydraten (und zwar oft löslichen) enthalten[2]); daß die Konzentration der Asparaginlösung in den Axenorganen größer ist als in den Kotyledonen, und daß endlich das Verhältnis zwischen Asparaginstickstoff und Aminosäurenstickstoff sich ändert mit dem Alter der Keimlinge zugunsten der ersteren, so daß man den Eindruck bekommt, als ob das Asparagin wenigstens schwerer zur Eiweißsynthese verarbeitet werden könne als die Aminosäuren, oder sogar, daß das Asparagin auf Kosten von anderen Amidoverbindungen als ein sekundäres Umwandlungsprodukt entstehe (diese zweite Voraussetzung wurde später in vollkommener Weise bestätigt).

Die vom Referenten bei seiner Arbeit über *Vicia sativa* (1893 bis 1894) bekommenen Resultate stimmten mit den Beobachtungen überein, welche E. SCHULZE für die Lupinen gemacht hatte, und im Zusammenhang mit allen bekannten Tatsachen veranlaßten sie zum kritischen Verhalten gegen die herrschende Hypothese. Nämlich, auch bei diesen stärkereichen Samen war die Asparaginanhäufung am energischsten im ersten Keimungstadium, wenn vom Kohlenhydratenmangel noch keine Rede sein kann, und in der zweiten

1) Jahrbücher f. wissensch. Botanik 1872. Sehr ähnlich hat sich schon früher HARTIG ausgesprochen: „Das Gleiskrystall ist daher gewissermaßen der Zucker des Klebermehls" (vgl. die Abhandlung von BORODIN, Botanische Zeitung 1878).

2) So findet sich Asparagin in den Kartoffelkeimlingen neben Glukose und Rohrzucker, in den jungen Knollen neben Stärke, Glukose und Rohrzucker, in den reifen Knollen neben viel Stärke.

Periode, als es schon viel weniger von Kohlenhydraten vorhanden war, verlangsamte sich dieser Prozeß. Denn die Verteilung des Asparagins stimmte auch hier nicht mit der Ansicht überein, daß es in den Kotyledonen entsteht und dann in die Keimlinge hineindringt, um dort zur Eiweißregeneration verbraucht zu werden, da die Keimlinge viel mehr Asparagin als die Kotyledonen enthielten. Die hypothetische Regeneration der Eiweißstoffe auf Kosten des Asparagins im Dunkeln war gar nicht zu konstatieren. Da tauchte unwillkürlich bei dem Referenten der Gedanke auf, daß ein gewisser Parallelismus zwischen der Rolle des Asparagins in der etiolierten Pflanze und der des Harnstoffs im Tierorganismus bestehe, nämlich der Rolle des letzten Zerfallsproduktes, das unter gegebenen Umständen zur Eiweißregeneration nicht gebraucht werden kann; nur beim Beginn der Assimilation, soll sich nach dieser Vorstellung der Unterschied zwischen dem Schicksal des Asparagins in der Pflanze und dem des Harnstoffs im Tierorganismus einstellen[1]).

Die Vorstellung vom Asparagin als einem Analogon vom Harnstoffe war eigentlich nicht neu, da ein solcher Gedanke schon vor langer Zeit von BOUSSINGAULT ausgesprochen[2]), aber von manchen falsch verstanden und darum beseitigt wurde, in anderen Fällen ganz unbekannt oder vergessen blieb.

Der Referent hat in seiner Arbeit über die Keimungsvorgänge bei *Vicia sativa*[3]) diese Meinung von BOUSSINGAULT angeführt und sich dieser im allgemeinen angeschlossen, da in der Literatur keine einzige Tatsache zu finden war, welche die Möglichkeit des Asparaginverbrauchs in etiolierten Pflanzen beweisen könnte.

In einer zweiten Serie seiner Versuche (1897—1899) ist der Referent zur Überzeugung gekommen, daß die Asparaginbildung in den Pflanzen wirklich ein sekundärer Prozeß ist (im Einklang mit Hypothese B von E. SCHULZE, welcher im Jahre 1888 drei mögliche Voraussetzungen, A, B und C, ausgesprochen hat, um die einseitige Asparaginanhäufung zu erklären; vgl. Landw. Jahrbücher Bd. XVII). Man muß voraussetzen, daß ein Teil von Aminosäuren unter Bildung von Ammoniak oxydiert wird, und

---

1) Vgl. PRIANISCHNIKOW, Zur Kenntnis der Keimungsvorgänge bei *Vicia sativa*, Landw. Vers.-Stat. Bd. XLV.

2) S. Agronomie, chimie et physiologie, IV. Vgl. auch die Abhandlung des Verfassers über Keimungsvorgänge bei *Vicia* in die Landw. Versuchsstationen Bd. XLV, 266 (1894).

3) l. c. 265 und 266.

dann aus Ammoniaksalzen (am nächsten aus asparaginsaurem Ammonium) durch eine Dehydratation das Asparagin sich bildet[1]).

„Würden sich diese Voraussetzungen bewahrheiten", schrieb damals der Referent, „so würde der Streit, ob der Eiweißzerfall in der Pflanze die Folge eines Oxydationsprozesses (Loew, Palladin) oder eines Hydratationsprozesses sei (E. Schulze) eine eigenartige Lösung finden: daß nämlich beide Prozesse nacheinander dabei beteiligt sind: anfangs eine Hydratation des Eiweißmoleküles, wobei letzteres, ebenso wie es in vitro unter dem Einfluß von Säure geschieht, zerfällt (eine Annahme, welche schon längst von E. Schulze gemacht worden ist) und daß später die Zerfallsprodukte eine Oxydation erleiden können, wobei Ammoniak und auch Asparagin gebildet werden kann."

„Ein solches Aufeinanderfolgen würde seine Analogie in dem finden, was im tierischen Organismus geschieht; dort zerfallen die Eiweißstoffe anfangs unter dem Einfluß eines hydratisierenden Ferments (Trypsin), und erst später unterliegen sie einem Zerfall (Oxydation) in den Geweben, unter Bildung von Ammoniak. Es existieren Versuche, welche beweisen, daß Harnstoff nicht direkt beim Zerfall gebildet wird, sondern auf synthetischem Wege; wenigstens erhält man aus karbaminsaurem und kohlensaurem Ammoniak Harnstoff, wenn man diese Stoffe mit dem Blut durch das Blutsystem der Leber passieren und dort eine Dehydratation erleiden läßt. Freilich ist im tierischen Organismus bei größerer Differenzierung auch eine vollständigere Arbeitsteilung unter den einzelnen Organen möglich, dort kann man sich daher auch leichter eine solche gleichzeitige Existenz verschiedener und teilweise direkt entgegengesetzt verlaufender Prozesse (Hydratation, Oxydation, sekundäre synthetische Prozesse, die mit Dehydratation verbunden sind) vorstellen. Es ist ja aber auch möglich, daß ähnliches auch im keimenden Samen in gewissem Maße vor sich geht, daß die in den Kotyledonen und Achsenorganen verlaufenden Prozesse verschieden sind.

„Man kann sich vorstellen, daß in den Kotyledonen ein primärer Eiweißzerfall, in der Hydratation unter dem Einfluß von Fermenten bestehend, stattfindet, während in den Achsenorganen die Produkte des primären Zerfalls einer sekundären tiefer greifenden Veränderung unterliegen, welche vielleicht mit einer Ammoniakbildung infolge von Oxydation verbunden ist, wobei der Ammoniak-

1) Prianischnikow, Eiweißzerfall und Atmung in ihren gegenseitigen Verhältnissen (Landw. Vers.-St. 1899, S. 137).

rest zur Bildung von Asparagin auf dem Wege von Dehydratation des asparaginsauren Ammoniaks Verwendung findet[1])."

Ein wenig später wurde wirklich bewiesen, daß schon eine leichte oxydierende Wirkung genügt, um die Ammoniakabspaltung von einer Aminosäure hervorzurufen; so bekommt man aus Leucin unter Einwirkung von Permanganat Valeriansäure, Kohlensäure und Ammoniak: $(CH_3)_2CHCH_2CH(NH_2)COOH + O_2 = (CH_3)_2CHCH_2COOH + CO_2 + NH_3$ Diese Beobachtung wurde im Jahre 1902 im Laboratorium von Professor DEMIANOW (Moskau) gemacht[2]); später hat DAKIN solche Versuche erweitert und ähnliche Resultate mit anderen Aminosäuren bekommen[3]).

Eine weitere Bestätigung dieser Ansicht daß das Asparagin als ein sekundäres Produkt zu betrachten sei, brachten die Arbeiten von BUTKEWITSCH[4]), welcher gezeigt hat, daß der proteolytische Eiweißzerfall in den Kotyledonen oder außerhalb derselben, der durch das aus den Keimlingen dargestellte Ferment hervorgerufen wird, nicht von Asparaginbildung begleitet wird. Es ist evident, daß dem primären hydrolytischen Spaltungsprozesse (welcher dieselben Produkte wie die Hydrolyse in vitro liefert) sich eine zweite Reihe von Umwandlungen anschließt, welche unter anderem zur Asparaginbildung führt. In einer anderen Arbeit von BUTKEWITSCH[5]) stoßen wir auf noch interessantere Bestätigung der genannten Voraussetzung, daß das Asparagin sich auf Kosten des Ammoniaks bildet; es erwies sich nämlich, daß bei partieller Anästhesie, welche die Bildung des Asparagins unterdrückt, das Anhäufen von Ammoniak sich als eine pathologische Erscheinung zeigte. Ebensolche anormale Ammoniakbildung wurde auch bei den hungernden Pflanzen beobachtet.

Daraus ist zu ersehen, daß der Tier- und Pflanzenorganismus die schädliche Ammoniakanhäufung in gleicher Weise zu beseitigen sucht, und zwar in beiden Fällen ist das ein Dehydratationsprozeß, der die Ammoniaksalze (asparagin- und carbominsaures Ammonium) in entsprechende Säureamide (Asparagin und Harnstoff) umwandelt. Mit Recht also hat BOUSSINGAULT eine gewisse Analogie zwischen Asparagin und Harnstoff aufgestellt und auf den leichten

1) l. c. S. 155.

2) Erwähnt in der Mitteilung des Referenten auf dem Kongreß für angewandte Chemie in Berlin (1903, Section d. Agriculturchemie).

3) Journ. of Biolog. Chem. 1908.

4) BUTKEWITSCH, Über das Vorkommen eines proteolytischen Enzyms usw. Z. f. physiol. Chemie 1901.

5) Das Ammoniak als Umwandlungsprodukt stickstoffhaltiger Stoffe. Biochemische Zeitschrift Bd. 16, S. 411.

Übergang zwischen diese Amiden und den entsprechenden Ammoniaksalzen hingewiesen.

In seiner letzten Arbeit bemerkt BUTKEWITSCH vollkommen richtig, daß es wesentlich wäre, auch noch einen anderen Beweis der Asparaginbildung auf Kosten des Ammoniaks zu erhalten, und zwar indem man die Verwandlung des Ammoniaks in eine Amidform beobachtete, wenn derselbe von außen in Form eines Ammoniaksalzes zugeführt würde[1]). Wir müssen darauf hinweisen, daß zu Anfang der 90er Jahre LOEW die Meinung aussprach, daß die Pflanzen den Überfluß an aufgenommenem Ammoniak zu Asparagin verarbeiten; auf seine Veranlassung wurden vorläufige Versuche in dieser Richtung im Jahre 1895 von KINOSHITA angestellt. Später stellte SUZUKI in Tokio eine Reihe von Versuchen in dieser Frage an.

Die Arbeiten der japanischen Forscher riefen zu seiner Zeit kritische Bemerkungen des Referenten in seiner Arbeit (1899) hervor[2]): es schien damals dem Referenten von Bedeutung, daß in den genannten Arbeiten die quantitativen Bestimmungen des Ammoniaks in den Pflanzen, welche die Ammoniaksalze erhalten hatten, fast gänzlich fehlen; und da das Asparagin durch die Quantität des abgespaltenen Ammoniaks bestimmt wird, so beziehen sich die Daten der Autoren für das Asparagin eigentlich auf die Summe des Asparagin- und des Ammoniakstickstoffs; zwar wird angegeben, daß bei der qualitativen Reaktion kein Ammoniak in den Pflanzen gefunden wurde, aber gerade der einzige Versuch, bei welchem die quantitative Bestimmung des Ammoniaks angewandt war, gab bei Buchweizen 0,08 pCt. Ammoniakstickstoff bei 0,05 pCt. Stickstoff des Asparagins. Außerdem kann man der Art der Berechnung, welche die benannten Autoren angewandt haben, nicht zustimmen: weder der Prozentanteil des Asparagins in den Pflanzen, noch das Verhältnis des Asparaginstickstoffs zum Gesamtstickstoff können in solchen Versuchen einen guten Maßstab zum Vergleich geben, weil die Quantität der Trockensubstanz in verschiedenen Portionen der Keimlinge wegen verschiedener Atmungsenergie eine ungleiche ist; der Asparagingehalt verändert sich ebenfalls, auch unabhängig von der Aufnahme des Ammoniaks von außen, weil er von der Energie des Eiweißzerfalls abhängt, welche ihrerseits von der Wachstumsenergie beeinflußt wird; deshalb braucht man z. B. nur eine gewisse Quantität eines indifferenten Salzes oder Zucker zum Wasser hinzuzufügen, um das Wachstum zurückzuhalten; dann erhält man

1) l. c. 413.

2) Die Proteinstoffe und deren Umwandlungen im Pflanzenorganismus. Moskau 1899 (russisch).

mehr Eiweiß und weniger Asparagin; und umgekehrt steigern die Salze, welche das Wachstum befördern, die Energie der Asparaginbildung auf Kosten des Eiweißes, unabhängig davon, ob die Asparaginbildung auf synthetischem Wege vor sich geht oder nicht. Das Verhältnis des Asparaginstickstoffs zum Gesamtstickstoff kann aus den genannten Ursachen in diesen Fällen keinen guten Maßstab geben, ferner aus dem Grunde nicht, weil die Quantität des Gesamtstickstoffs wegen der Aufnahme des Ammoniaks eine unbeständige Größe ist. Die einzige Art der Berechnung, durch welche man in diesem Falle einen endgültigen Beweis führen kann, ist die Bestimmung der absoluten Quantitäten des Gesamtstickstoffs, des Asparaginstickstoffs und des Stickstoffs des Ammoniaks in den Pflanzen (auch im Substrat), welche auf eine Pflanze oder auf 100 Pflanzen kommt.

Außerdem muß man noch die Tatsache in Betracht ziehen, daß die Versuche KINOSHITAs von LAURENT wiederholt wurden und dabei negative Resultate ergeben haben (vielleicht wegen zu starker Konzentration der Lösungen, welche LAURENT gebraucht hat; vgl. Annales de la science agronomique 1897, II). — Im Winter 1909—1910 wurden die Versuche über die oben berührte Frage auf Veranlassung des Referenten in seinem Laboratorium von Herrn SCHULOW unternommen; es wurden absichtlich Pflanzen aus zwei verschiedenen Familien (*Leguminosae* und *Gramineae*) genommen, nämlich Erbsen und Gerste. Die Gerste wurde im Laboratorium in einem dunklen Schranke zum Keimen gebracht; was die Erbse anbetrifft, so wurde der Versuch mit ihr in einem anderen Raum angestellt (und darum bei etwas niedrigerer Temperatur), da die Laboratoriumsluft (Leuchtgas) auf diese empfindliche Pflanze schädlich einwirkt und die Erscheinungen des transversalen Geotropismus hervorruft[1]). Das Schema beider Versuche war dasselbe: ein Teil der Keimlinge (einige hundert Stück) erhielten nur destilliertes Wasser, der andere eine Lösung von NH_4Cl (0,1 pCt); anfangs keimten die Samen zwischen feuchtem Filtrierpapier; als aber die Wurzeln 2 cm erreichten, wurden sie auf ein Netz gebracht, welches über eine Kristallisationsschale mit entsprechender Flüssigkeit gespannt war. Von diesem Moment an beginnt der eigentliche Versuch. Der Wuchs der Erbse in einer Lösung von NH_4Cl war bedeutend schwächer als im Wasser, obschon die Keimlinge in beiden Fällen gesund blieben.

In den geernteten und getrockneten Keimlingen wurde be-

1) Vergl. PRIANISCHNIKOW, Zur Frage der Asparaginbildung; diese Berichte Bd. XXII, S. 1.

stimmt (außer Gesamtgewicht und Trockensubstanz): der Stickstoffgehalt (nach KJELDAL), der Stickstoff der Eiweißsubstanzen (nach STUTZER), der Stickstoff des Asparagins (nach SACHSE) und der Stickstoff des Ammoniaks (nach BOSSHARDT im Niederschlag mit Phosphorwolframsäure).

Bei den Erbsen, welche nach 13 Tagen geerntet wurden, erhielt man folgende Analysenresultate[1]):

(In Prozenten von Trockensubstanz)

	Gesamt-N	Eiweiß-N	Asparagin-N	Ammon.-N
I. Keimlinge im destill. Wasser	4,56 pCt.	2,22 pCt.	0,59 pCt.	0,015 pCt.
II. Keimlinge mit NH_4Cl ernährt	4,37 „	2,53 „	0,47 „	0,013 „

Schon diese Angaben lassen vermuten, daß NH_4Cl, welches das Wachstum deprimierte, auch den Prozeß der Eiweißspaltung und die Asparaginbildung etwas zurückgehalten hat.

100 lufttrockene Pflanzen wogen: | Wasser — 39,5314
| NH_4Cl — 40,6090

Daraus werden die absoluten Quantitäten verschiedener N-Formen für einen Keimling bestimmt:

	Gesamt-N	Eiweiß-N	Asparagin-N	Ammon.-N
I. Wasser . . .	18,03 mg	8,89 mg	2,33 mg	0,059 mg
II. Lösung von NH_4Cl	17,77 „	10,27 „	1,89 „	0,054 „

Also gab der Versuch mit Erbsen ein negatives Resultat: es bildete sich kein Asparagin auf Kosten des Ammoniaks, im Gegenteil, es würde sogar weniger Asparagin in den Keimlingen gefunden, welche mit NH_4Cl ernährt wurden, als in denjenigen, welche nur destilliertes Wasser erhielten. Die angeführten absoluten Zahlen deuten noch klarer darauf hin, daß Ammoniumchlorid einen deprimierenden Einfluß auf die Entwicklung ausübte, weshalb auch weniger Eiweiß zerfallen ist und sich auch weniger Asparagin gebildet hatte. Außer der Asparaginquantität dient noch als wichtiger Faktor die Quantität des Gesamtstickstoffs; da sich dieselbe nicht

1) Das Mittel mehrerer Bestimmungen, z. B.: 4,53, 4,55, 4,59 für den allgemeinen Stickstoff; 2,22, 2,27 für den N des Eiweißes; 0,582, 0,597, 597 für den N des Asparagins; 0,0152 und 0,0149 für den N des Ammoniaks usw. Der Stickstoff des Asparagins wurde berechnet durch Verdoppelung der Differenz zwischen der Quantität des NH_3 nach dem Kochen mit Salzsäure und der Quantität des ursprünglichen NH_3, welche nach BOSSHARDT in einer anderen Probe bestimmt wurde.

vergrößerte, so läßt sich daraus schließen, daß keine bedeutende Aufnahme von Ammoniak in der Pflanze vor sich ging.

Die Daten für Ammoniak geben ebenfalls keine bedeutende Differenz; an und für sich wäre dies noch nicht überzeugend (da Ammoniak auch weiter umgearbeitet werden konnte), wenn nicht alle Daten zusammen uns zu dem Schluß führen, daß das Ammoniak bei diesem Versuch nicht in die Pflanzen eindrang.

Wenn man sich nur auf den Versuch mit Erbsen beschränken wollte, so könnte es leicht vorkommen, daß das Resultat verallgemeinert, und als mit dem Schlusse von LAURENT übereinstimmend erklärt würde; d. h., man könnte annehmen, daß überhaupt in den Keimlingen keine Bildung von Amidverbindungen auf Kosten des Ammoniaks, welcher von außen dargeboten wird, stattfindet.

Der Versuch mit Gerste gab aber ganz andere Resultate. Hier führe ich entsprechende Analysen für 14tägige Pflanzen an:

	Gesamt-N	Eiweiß-N	Asparagin-N	Ammon.-N
I. Wasser . . .	4,05 pCt.	1,72 pCt.	1,02 pCt.	0,015 pCt.
II. Lösung von NH_4Cl	4,96 „	1,89 „	1,73 „	0,027 „

Hier beobachten wir, unter dem Einfluß der Ernährung mit Ammoniaksalz einen erhöhten Prozentsatz des Gesamtstickstoffs und Asparaginsstickstoffs und auch eine merkliche Vergrößerung des Ammoniakgehalts. Das Gewicht von 100 Keimlingen war 3,5858 g (I) und 3,2560 g (II) (hier also keine deprimierende Wirkung von NH_4Cl auf Atmungsenergie!). Nach Umrechnung in die absoluten Zahlen erhalten wir folgende N-Mengen in verschiedenen Formen auf 100 Keimlinge:

	Gesamt-N	Eiweiß-N	Asparagin-N	Ammon.-N
I. Wasser . . .	145,83 mg	61,78 mg	36,67 mg	0,55 mg
II. Lösung von NH_4Cl	161,50 „	61,49 „	56,41 „	0,89 „

Im zweiten Falle sehen wir eine stark vermehrte Asparaginquantität im Vergleich mit dem ersten; hierbei sieht man auch, daß diese Vermehrung nicht durch einen stärkeren Zerfall von Eiweiß vor sich ging, sondern dank dem synthetischen Prozeß auf Kosten des Ammoniakverbrauchs. Demgemäß vergrößerte sich die Quantität des Gesamtstickstoffs fast auf solche Menge, welche von dem Zuwachs des Asparaginstickstoffs sich nicht stark unterscheidet. So ist in diesem Falle ein positives Resultat erzielt worden (in dem Sinne von LOEW und SUZUKI); jetzt bleibt noch aufzuklären, wie weit diese Erscheinung in der Natur der Pflanze und von den äußeren Bedingungen des Versuches abhängt.

Um das verschiedene Verhalten der Erbsen und der Gerste zu erklären, machten wir folgende Überlegungen: da die Erbse viel stärker als die Gerste auf die saure Reaktion des Mediums reagiert (was wir oft in unseren zahlreichen Landkulturen bei Ersetzen eines Teiles der Nitrate mit Ammoniumsalzen bemerkten), so konnte die Aufnahme von Ammoniak aus Ammoniumchlorid (die mit Befreiung von Salzsäure verbunden ist) gleich bei Beginn des Versuches mit Erbsen auf Widerstand stoßen und in dem Falle mit Gerste ungestört viel weiter vor sich gehen.

Zur Prüfung dieser Annahme wurde auf Veranlassung des Referenten folgender Versuch von Herrn Dabachow unternommen. Außer den Erbsenkeimlingen in Gefäßen mit Wasser (I) und mit NH_4Cl-Lösung (II) wurde diesmal noch eine dritte Reihe aufgestellt, welche so viel $CaCO_3$ (III) erhielt, um die bei der Aufnahme von Ammoniak freiwerdende Säure (HCl) neutralisieren zu können: da aber die Kalksalze überhaupt den Keimungsprozeß der Leguminosen befördern und darum auf die Bildung von Asparagin günstig einwirken, so wurde noch eine vierte Reihe eingeführt, wo zum Ammoniumchlorid eine äquivalente Menge von $CaSO_4$ (IV) hinzugefügt wurde, um eine neutralisierende Wirkung von $CaCO_3$ und den Einfluß von Ca als solchen unterscheiden zu können.

Es vergingen 8 Tage zwischen dem Pflanzen der viertägigen Keimlinge auf das Netz, welches über der Lösung ausgespannt war, und der Ernte. Die Resultate waren folgende:

	I (Wasser)	II (NH_4Cl)	III ($NH_4Cl + CaCO_3$)	IV ($NH_4Cl + CaSO_4$)
Mittlere Länge der Keimlinge	17,1	6,1	17,0	17,8 cm
Gewicht von 100 Pflanzen (lufttrocken) .	37,567	38,540	39,154	38,262 g
Gesamtstickstoff . .	4,28	4,44	4,50	4,72 pCt.
Eiweißstickstoff . .	2,53	2,86	2,53	2,65 „
Asparaginstickstoff .	0,689	0,745	0,986	1,153 „
Ammoniakstickstoff .	0,0275	0,0262	0,0297	0,0280 „

Wie auch beim ersten Versuch wurde durch NH_4Cl bei einer Konzentration von 0,1 pCt. das Wachstum im Vergleich mit den Keimlingen in destilliertem Wasser stark zurückgehalten: der Zusatz von $CaCO_3$ und $CaSO_4$ beseitigte diesen deprimierenden Einfluß: in den Gefäßen III und IV standen die Pflanzen denjenigen des Gefäßes I in Beziehung auf den Wuchs nicht nach. Eine starke Zugabe von Asparagin wurde bei denjenigen Pflanzen beobachtet,

welche Kalk erhielten, sowohl in der Form von $CaCO_3$ als auch von $CaSO_4$.

Beim Berechnen der absoluten Quantität erhalten wir:

	I	II	III	IV
Gesamt-N . . .	1,6080	1,7118	1,7639	1,8103 g
Eiweiß-N . . .	0,9495	1,1040	0,9934	1,0160 „
Asparagin-N . .	0,2586	0,2831	0,3747	0,4410 „
Ammon.-N . . .	0,0103	0,0100	0,0116	0,0097 „

Hier sehen wir, daß die Ammoniakquantität eigentlich fast unverändert bleibt, wegen des Übergangs des assimilierten Ammoniaks in die Amidgruppe des Asparagins, welches in diesem Falle auch für die Erbsen stattfindet; das macht sich noch stärker bemerkbar, wenn wir uns an die Zahlen der Analyse des Substrats, wo auch das Ammoniak bestimmt wurde, wenden; hier zeigt sich folgendes:

	I	II	III	IV
Die Pflanzen haben aufgenommen . .	0	0,0448	0,0939	0,1957 g Ammoniak-N
Zuwachs von Asparagin-N (gegen I)	—	0,025	0,116	0,182 g

Die Zahlen zeigen, daß im allgemeinen die Asparaginbildung parallel der Aufnahme des Ammoniaks in der Pflanze vor sich geht, wobei über alle Erwartung nicht nur $CaCO_3$ sondern auch $CaSO_4$ diesen Prozeß beförderte[1]).

Wir können also bestätigen, daß das Asparagin sich auf jene Weise bilden kann, welche LOEW und SUZUKI voraussetzen, jedoch sind die Bedingungen eines energischen Hervortretens dieses Prozesses für verschiedene Pflanzen nicht gleich.

Indem wir die Erörterung der Frage über die Rolle der Ca-Salze und der Reaktion des Mediums bis zur nächsten Mitteilung lassen, wollen wir jetzt nur die Aufmerksamkeit auf folgenden Umstand richten. Die Berechnung des Asparagingehalts wird nach der Bestimmung von Ammoniak gemacht, das sich beim Erwärmen mit HCl unter Aufnahme von Wasser aus der Gruppe $—CONH_2$ abspaltet, während die andere Gruppe $—NH_2$, welche sich bei dem

1) Derjenige Umstand, daß bei diesem Versuch, zum Unterschied vom ersten, die Erbsen auch ohne Kalk einige Quantität Asparagin auf Kosten des assimilierten Ammoniaks bildeten, läßt sich vielleicht dadurch erklären, daß dieser Versuch in einem wärmeren Raume (22—23° C) als der erste (die Temperatur tags nicht über 15° C und nachts noch frischer war) vorgenommen wurde.

unoxydierten Kohlenstoff befindet, unberührt bleibt; darum mußte die Ammoniakquantität, welche beim Abdestillieren mit MgO erhalten wurde, verdoppelt werden, um den ganzen Asparagin-N zu berechnen; oben sind gerade solche verdoppelten Zahlen angeführt worden. Wenn es sich erweist, daß das ganze assimilierte Ammoniak in Asparagin übergegangen ist, so muß daraus folgen, daß die erste Hälfte von Ammoniak in die Gruppe $-CONH_2$ und die andere in die Gruppe $=CHNH_2$ übergeht und daß das Asparagin sich nicht aus Asparaginsäure und Ammoniak, sondern z. B. aus Apfelsäure (oder Fumarsäure), überhaupt aus stickstofffreien Stoffen und Ammoniak bilden kann.

Unsere Versuche werden fortgesetzt, und in der folgenden Mitteilung hoffen wir zur Frage über den Mechanismus der synthetischen Bildung des Asparagins in den Pflanzen zurückzukehren.

Moskau, Landw. Institut

39. E. Wulff: Über Heteromorphose bei Dasycladus clavaeformis.

(Eingegangen am 23. Juni 1910.)

Nachdem durch FIGDOR[1]) der experimentelle Beweis erbracht worden war, daß *Dasycladus clavaeformis* verhältnismäßig leicht die verloren gegangene Sproßspitze restituiert, erschien es nicht uninteressant zu untersuchen[2]), ob man durch eine geeignete Versuchsanstellung (durch den Einfluß äußerer Faktoren) den Wurzelpol dieser Alge in einen Sproßpol, eventuell den Sproßpol in einen Wurzelpol umwandeln kann. Gleich hier sei erwähnt, daß es bisher nicht gelang letzteres durchzuführen; bei den diesbezüglich eingeleiteten Versuchen stellte es sich jedoch heraus, daß an Stelle des Wurzelpols gar nicht selten ein Sproßpol auftritt, d. h. daß eben dort, wo normalerweise Rhizoiden auftreten i. e. am basiskopen Ende der Achse, eine Sproßspitze zur Ausbildung gelangt.

1) FIGDOR, Über Restitutionserscheinungen bei *Dasycladus clavaeformis*. Diese Ber. 28. Jahrg. (1910) S. 224.

2) Die Anregung hierzu sowie Ratschläge bei der Durchführung dieser Arbeit verdanke ich Herrn Prof. Dr. WILHELM FIGDOR.

Es liegt demnach hier ein Fall einer Heteromorphose[1]) vor, einer Erscheinung, die im Pflanzenreiche sicherlich nicht weit verbreitet ist[2]). In den folgenden Zeilen mögen die Versuche[3]), welche mich mit dieser bekannt machten, eingehend besprochen werden.

Die zweckmäßigste und auch einfachste Methode, um eine Umwandlung des Sproßpols in einen Wurzelpol eventuell zu bewerkstelligen, war meiner Meinung nach die, daß man *Dasycladus*-pflänzchen, welche knapp oberhalb der Rhizoiden quer abgeschnitten worden waren[4]), in inverser Lage, also mit der Sproßspitze, in rein gewaschenen Quarzsand, der sich in einer ca. 3—4 cm hohen Schicht am Grunde von Seewasserbecken befand, ca. 5 mm tief einsetzte. Hierdurch wurde eine derartige Befestigung der einzelnen, ziemlich steifen[5]) Individuen im Boden hergestellt, so daß sie vollständig aufrecht standen. Obwohl zahlreiche Versuche mit vielen Individuen eingeleitet wurden, so ergaben sie doch diesbezüglich immer negative Resultate und waren nur insofern interessant, als sich in einigen Fällen der nach oben gewendete Wurzelpol in einen Sproßpol umgewandelt hatte. Ein Versuch dauerte z. B. vom 7. November bis 29. Mai. Von 10 Pflänzchen, die ursprünglich gesteckt wurden, waren bei Abbruch des Versuches noch acht, vollkommen gesund vorhanden, zwei gingen im Laufe der Zeit zugrunde. Bei 5 Exemplaren bildete sich an Stelle der Rhizoiden eine ganz normal aussehende Sproßspitze mit den gewöhnlichen seitlichen Auszweigungen. Einmal beobachtete ich auch eine dichotome Gliederung der sich neu bildenden Sproßspitze. Nicht immer zeigte gerade die Hälfte der Versuchspflanzen das Auftreten einer Sproßspitze am Wurzelpol, sondern oftmals war das

1) Loeb, Untersuchungen zur physiolog. Morphologie der Tiere I. u. II. (Würzburg 1891 u. 1892.)

2) S. Winkler, Über Polarität, Regeneration u. Heteromorphose bei *Bryopsis*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35 (1900) S. 449 ff. sowie Janse, Polarität u. Organbildung bei *Caulerpa prolifera*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42 (1906). Vgl. auch Goebel, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. (Bei Teubner in Leipzig u. Berlin 1908) S. 218 ff.

3) Betreffs des morphologischen Aufbaues von *Dasycladus clavaeformis* sowie der Verhältnisse, unter denen es gelingt, die Alge zu kultivieren, s. Figdor (l. c. S. 224 ff.). Das Material, das ich zu den Experimenten verwendete, stammte auch von Triest. Betreffs der Licht- und Temperaturverhältnisse, unter welchen sich meine Versuche befanden, gilt das gleiche, was Figdor betreffs seiner Restitutionsversuche erwähnt hat.

4) s. Figdor, l. c. S. 225.

5) Infolge des an der Hauptachse vorhandenen Kalkmantels. S. Oltmanns, Morphologie u. Biologie der Algen. (Bei Fischer in Jena 1905.) Bd. I, S. 274.

perzentuelle Verhältnis betreffs der in Rede stehenden Erscheinung ein viel geringeres.

Um zu untersuchen, ob vielleicht der Kontakt der Sproßspitze mit dem Sande die Ursache sei, daß ich ein negatives Resultat erhielt, beschloß ich das Verhalten von invers orientierten *Dasycladus*-pflänzchen in Seewasser allein zu beobachten. Da Licht zu den in Sand eingesenkten Sproßspitzen nicht zutreten konnte, mußte ich naturgemäß auch dieses im Experimente fernehalten. Eine Verdunkelung der Sproßspitze zu bewerkstelligen, indem man sie in eine Stanniolpapierröhre steckt, wie dies WINKLER[1]) getan, erschien mir infolge der Größe der Objekte nicht gut durchführbar. Ich wandte deshalb folgende Methode zur teilweisen Verdunkelung der Objekte an: Ich wählte Glasröhrchen mit einem etwas größeren Durchmesser, welchen die Versuchsobjekte besaßen, aus und schnitt dieselben in ein wenig längere Stücke als die einzelnen Individuen lang waren. Die Röhrchen wurden hierauf in senkrechter Richtung durch eine möglichst kleinporige Korkplatte gesteckt, welche ungefähr in die mittlere Höhe einer mit Seewasser vollgefüllten Glaswanne genau hineinpaßte, so daß zwischen der Korkplatte und den Wänden des Gefäßes kein Licht durchgehen konnte. Die Algen wurden sodann in die einzelnen Röhrchen, deren obere Öffnungen sich stets unterhalb der Wasseroberfläche befanden, in inverser Lage eingeführt und mittelst einer um die Achse der Pflanzen gelegten Seidenfadenschlinge, die naturgemäß nicht fest zugezogen werden durfte, in der Höhe festgehalten, daß ihre Mitte ungefähr in demselben Niveau wie die Korkplatte zu liegen kam. Es ließ sich dies leicht bewerkstelligen, indem man die genügend langen Enden der früher erwähnten Schlinge in entsprechender Entfernung über die obere Öffnung der Röhrchen legte. Der Wurzelpol der Algen befand sich demnach oberhalb, der Sproßpol unterhalb der Korkplatte. Der Zutritt von seitlichem Lichte in den unteren Teil der Glasgefäße wurde sodann durch einen Mantel, aus mattschwarzem Papier gefertigt, verhindert. Auch der Boden, auf dem die Glaswannen standen, war mit eben erwähntem Papiere bedeckt worden. Es konnte auf diese Weise zu den nach unten gewendeten Sproßpolen nur Licht von sehr geringer Intensität von oben kommen, da ja dasselbe die *Dasycladus*pflänzchen der ganzen Länge nach passieren mußte; hingegen erschien der Wurzelpol der im Versuchsraume vorhandenen Lichtintensität ausgesetzt. Auch unter diesen Verhältnissen konnte ich keine Veränderung

1) WINKLER, l. c. S. 455

der Sproßspitzen wahrnehmen, jedoch bildete sich wiederum in manchen Fällen ein Sproßpol an Stelle des Wurzelpols.

Mittelst einer anderen Versuchsanstellung glückte es mir ebensowenig den Sproßpol in einen Wurzelpol umzuwandeln, und wandte ich mich deshalb zu einer Analyse der einzelnen Faktoren, welche bedingen könnten, daß an einem ursprünglichen Wurzelpol ein Sproßpol entsteht.

Schwerkraft und Licht waren diesbezüglich in Betracht zu ziehen, wenn man von inneren, in der Pflanze gelegenen Korrelationsverhältnissen absieht.

Um den Einfluß der Schwerkraft speziell festzustellen, war es notwendig, den ersterwähnten Versuch bei Ausschluß von Licht durchzuführen. Es geschah dies auch, jedoch stellte sich an den Algen infolge gehinderter Kohlensäureassimilation kein irgendwie nennenswertes Wachstum, geschweige denn eine Neubildung von Organen ein, zumal den einzelnen Individuen infolge ihrer Kleinheit größere Mengen von Reservestoffen fehlten.

Ich beschloß nun nachzusehen, was normal orientierte Algen machen würden, wenn man ihre Sproßspitzen verdunkelt und die Wurzelpole belichtet. Ich wandte dieselbe Methodik an, wie ich sie behufs partieller Verdunkelung von *Dasycladus*exemplaren oben beschrieben (Glasröhrchenversuch). Nur wurde jetzt die oberhalb der Korkplatte befindliche Partie der Glasgefäße allein gänzlich verdunkelt. Es konnte also zum Sproßpol nur Unterlicht durch die Röhrchen, sofern es die einzelnen Individuen durchsetzte, kommen. Die Versuchsdauer betrug immer ungefähr sechs Monate; es bildeten sich nun an den Wurzelpolen in einigen Fällen Sproßspitzen, normal verzweigt, die infolge ihrer Zwangslage vertikal nach abwärts wuchsen. Bei einer Versuchsreihe von 10 Pflanzen z. B. zeigten einmal zwei Exemplare, bei einer anderen vier Exemplare ein solches Verhalten.

Wenn man die Ergebnisse der vorhergehend besprochenen Versuche miteinander vergleicht, so kommt man ungezwungen zu dem Resultate, daß das Licht derjenige Faktor ist, welcher den Wurzelpol in einen Sproßpol umwandelt[1]), und zwar hat es den Anschein, daß, damit dies geschehe, der Wurzelpol einer stärkeren Lichtintensität ausgesetzt werden muß als der Sproßpol. Denn wenn man normal orientierte, vom Wurzelpol befreite *Dasycladus*-pflänzchen von allen Seiten annähernd gleichmäßig beleuchtet, so

1) Winkler hat ganz das Gleiche betreffs *Bryopsis* festgestellt. Vgl. Winkler l. c. S. 466.

wachsen dieselben kräftig in die Länge, ohne daß am Wurzelpol irgendwelche Neubildung zu beobachten wäre. Inwieweit Korrelationsverhältnisse zwischen den einzelnen Teilen der Alge an dem Zustandekommen dieser Heteromorphose beteiligt sind, bleibt noch zu untersuchen, und ebenso muß der Einfluß der Schwerkraft auch noch näher präzisiert werden. Einstweilen läßt sich nur sagen, daß, woferne ein solcher nachweisbar wäre, derselbe jedenfalls durch die Wirkung des Lichtes aufgehoben wird. Weitere, im Gange befindliche Untersuchungen werden diesbezüglich noch Klarheit bringen.

Biologische Versuchsanstalt in Wien. Juni 1910.

40. Walther Schuster: Zur Kenntnis der Aderung des Monocotylenblattes.

(Mit Tafel VIII)

(Eingegangen am 24. Juni 1910.)

Die vielen Ausnahmen, welche die parallelnervige Struktur der Monocotylen und die netzadrige der Dicotylen im entgegengesetzten Sinne aufweisen, haben dazu geführt, eine speziell monocotyle oder dicotyle Nervatur zu leugnen und vielmehr anzunehmen, daß sich „die Verteilung der Leitbündel im Blatte nach den Wachstumsverhältnissen richte“[1]). Nach dieser Anschauung wird die Nervatur als Funktion des Blattwachstums betrachtet, und mit der Veränderung des Blattwachstums muß auch eine Veränderung der Nervatur Hand in Hand gehen. Die bisherige Kenntnis der Nervatur monocotyler Pflanzen bestätigt auch diese Theorie. Zeigen doch die monocotylen Pflanzen, bei denen eine dicotyle

1) GOEBEL, Organographie S. 536, 1900, vgl. auch DEINEGA, Flora 1898 und BITTER, Flora 1897 S. 223 ff.

Blattaderung bekannt ist, wie die Dioscoreen und einzelne Vertreter der Aroideen und Liliaceen alle auch mehr oder weniger dicotyle Blattformen. Bei diesen Untersuchungen hat man jedoch bisher fast nur auf die Anordnung der Hauptnerven Wert gelegt, während die Art der feineren Nervenverzweigung nicht untersucht wurde. Ich werde dies im folgenden im Anschluß an meine Arbeit über die feinere Nervatur der dicotylen Blätter[1]) unternehmen, und es dürfte sich zeigen, daß unabhängig von der Blattform aus vorläufig noch unbekannten Gründen die Nervatur mehr einen monocotylen oder dicotylen Typus besitzen kann und dabei eine Reihe von bemerkenswerten Übergängen aufweist, bei denen sich die Nervatur mehr dem einen oder dem andern Typus nähert.

Außer einer Reihe einzelner Pflanzen untersuchte ich hauptsächlich Beispiele aus den Familien der einheimischen Orchideen, Liliaceen und Potamogetonaceen. Die betreffenden Blätter wurden in Alkohol und Chloralhydrat durchsichtig gemacht und dann die Nervatur mit Hilfe des ABBEschen Zeichenapparates gezeichnet. Ein Teil der Untersuchung wurde im Berliner pflanzenphysiologischen Institut des Herrn Geheimrat KNY angestellt, dem ich nicht verfehle, meinen ergebensten Dank auszusprechen. Desgleichen danke ich Herrn Prof. WERNER MAGNUS für freundschaftlich erteilten Rat.

Betrachten wir z. B. an der Hand der Abbildungen die Familie der Orchideen, die durch meist breite Blätter ausgezeichnet sind. Rein monocotyle Nervatur, d. h. parallele Längsnerven, die untereinander durch feine Queranastomosen verbunden sind, zeigten *Orchis incarnatus*, *O. palustris*, *Gymnadenia albida*, *G. conopea*, *G. odoratissima*, *Nigritella angustifolia*, *Herminium* R. Br., *Cephalanthera rubra*, *Cypripedium calceolus*.

Bei *Epipactis rub.* (s. Fig. 1) ist die Blattform typisch dicotyl: das Verhältnis der Länge des Blattes zur größten Breite wie 5 : 2. Dennoch ist die Nervatur rein monocotyl.

Bei *Goodyera repens*, die ein sehr breites Blatt zeigt, ist die Nervatur schon nicht mehr rein monocotyl zu nennen (s. Fig. 2). Sie zeigt schon ein Bild, das den Übergang zum dicotylen Nervenverlauf kennzeichnet. Die Anastomosen sind auseinandergerückt und an einigen Stellen durch Nerven höherer Ordnung verbunden.

Bei *Starmia Loeselii* (Fig. 3) und *Malaxis paludosa* (Fig. 4) ge-

1) Ber. d. D. Bot. Ges. XXVI, 1907.

winnt die Nervatur ein Aussehen, das dem der Dicotylen immer mehr ähnelt. Der unregelmäßige Abstand sowie der unregelmäßige Verlauf der Queranastomosen, die zum Teil Ziekzacklinien bilden, wie bei *Malaxis*, ist kennzeichnend für diese Form der Nervatur. Bei *Sturmia* finden wir schon vereinzelt freie Endigungen. — *Ophrys aranifera* (Fig. 5) mit langgestreckten monocotylen Blättern zeigt das regelmäßige Maschennetz, wie wir es bei Dicotylen zu sehen gewohnt sind. Nur fehlen die in die Maschen laufenden frei endigenden Nerven. Auch hier können wir wieder ein für den Übergang charakteristisches, sich stets wiederholendes Kennzeichen darin sehen, daß nach dem Rande zu (in Fig. 5 die mit × bezeichnete Stelle) die Nervatur wieder rein monocotyles Gepräge annimmt. Bei *Listera cordata* (Fig. 6) durchzieht jede Blatthälfte ein Längsnerv. Die Blattfläche wird durch in der Längsrichtung verlaufende sich aneinander anschließende Nerven in längliche Felder geteilt, die ihrerseits von unregelmäßigen Anastomosen durchzogen werden. Es kommen keine freien Endigungen vor. Die Blattform ist, wie auch bei dem folgenden Blatt, dicotyl zu nennen. Bei *Platanthera chlorantha* (Fig. 7) beobachten wir zuerst freie Endigungen. Die Queranastomosen sind unregelmäßig, der ganze Verlauf der Nervatur erscheint in die Längsrichtung verzogen: ein weiteres Merkmal, das sich häufig bei diesen dicotyl-monocotylen Übergangsformen wiederholt. Die gleiche längsgestreckte unregelmäßige Nervatur finden wir bei *Orchis sambucinus* (Fig. 8) und *Orchis globosus* (Fig. 9) doch ist bei beiden noch der monocotyle Ursprung an der geringen Entfernung der Längsnerven und an den, wenn auch vereinzelten Queranastomosen zu erkennen. Die Blattformen zeigen wieder den monocotylen Charakter: ihr Längen- und Breitenverhältnis ist bei *Orchis samb.* gleich 6 : 1,3, bei *Orchis glob.* wie 10 : 1,7. Schließlich zeigt sich uns die Nervatur von *Coeloglossum viride* (Fig. 10), *Listera ovata* (Fig. 11) in fast rein dicotyler Ausbildung, und nur noch die parallele Anordnung der Längsnerven ist typisch monocotyl. Die Blattformen sind wieder dicotyl.

Die gleichen Übergänge in der Ausbildung der Blattaderung finden wir auch bei anderen Familien. Bei den Potamogetonaceen haben die meisten Arten entsprechend ihrer fadenförmigen Blattform rein monocotyle Nervatur. Von Vertretern mit dicotylen Blattformen untersuchte ich *Potamogeton densus*, *P. perfoliatus*, *P. lucens*. Es zeigte sich, daß *P. densus* trotz der dicotylen Blattform monocotyle Nervatur hat. — *P. perfoliatus* wies einen Übergang

auf und hatte eine ähnliche Nervatur, wie ich sie für *Sturmia Loeselii* beschrieben habe. — *P. lucens* entsprach der Nervatur von *Listera ovata*, nur war das Maschennetz weiter.

Aus der Familie der Liliaceen wurden vorwiegend Blätter mit dicotylen Formen untersucht. Es ergab sich, daß trotz des rein dicotylen Habitus der Blattform die Blätter von *Polygonatum multiflorum, Streptopus* Rich., *Smilacina bifolia* monocotyle Ausbildung der Nervatur hatten. Dicotyle Nervatur fand sich bei *Paris quadrifolius* und wie schon bekannt, bei *Smilax rotundifolia*.

Unter den Araceen verdienen besonders *Calla aethiopica, Amorphophallus Rivieri, Arum italicum* Beachtung. Bei diesen drei Pflanzen ist die feinere Nervatur dicotyl und entspricht ungefähr der von *Listera ovata*, doch sind bei *Calla* (Fig. 12) noch deutlich die rechtwinkligen Queranastomosen zu erkennen, die ebenso wie die Parallelität der Längsnerven und das nur vereinzelte Vorkommen freier Endigungen den monocotylen Ursprung verraten. Bei *Amorphophallus Riv.* ist das Feld zwischen dem Sekundärnerven durch die Tertiärnerven in teils länglich parallele, teils unregelmäßige Felder geteilt. Ein Blick auf Figur 13 zeigt uns den systemlosen Verlauf der Tertiärnerven. Die Folge davon ist, daß wir einerseits Stellen finden, in denen die Nervatur bis auf das Fehlen der freien Endigungen ganz dem Habitus der Dicotylen entspricht, so in Figur 14. Andererseits zeigen wieder andere Stellen mehr monocotylen Charakter, wie Figur 15. : Die gerade Queranastomose und auch die Parallelität der feineren Nerven erinnern an den monocotylen Typus. Der Rand des Blattes, der durch einen Längsnerven gebildet wird, ist von Queranastomosen in regelmäßigen Abständen geteilt und typisch monocotyl. Ähnlich verhält sich die Nervatur von *Arum italicum*, nur daß hier vielfache freie Endigungen den monocotylen Ursprung noch mehr verdecken.

Betrachten wir nochmals kurz an der Hand der Tabelle die untersuchten Pflanzen. Die erste Rubrik charakterisiert die Blattform, die zweite die Nervaturen. Hierbei wurde eine Schematisierung des Übergangs von monocotyler zu dycotyler Nervatur versucht. Mon. bedeutet typisch monocotyl, dic. typisch dicotyle Nervatur (resp. Blattform). Die Übergangsstadien sind mit mon.-dic. bezeichnet und je nachdem das eine oder andere fettgedruckt ist, ist dieser oder jener Typus vorherrschend. Die Pflanzen sind in der Reihenfolge, in der sie besprochen wurden, geordnet, nur sind zuerst vier typische Vertreter des monocotylen Typus vorausgeschickt.

Name	Charakter der		Abstand in mm der		Nervenlänge pro qmm in mm
	Blattform	Nervatur	Längsnerven	Queranastomosen	
Zea Mays	mon.	mon.	0,1	0,4	13,5
Musa Ensete	mon.	mon.	0,3	0,2	9,1
Convallaria Majalis	mon.	mon.	0,35	3,3	4,1
Canna iridiflora	dic.	mon.	0,8	0,2	7,3 *
Epipactis rubiginosa	dic.	mon.	0,4	2,0	4,5 *
Goodyera repens	dic.	**mon.** dic.	—	3,0	4,0
Sturmia Loeselii	dic.	**mon.** dic.	1,0	2,2	2,2
Malaxis paludosa	dic.	**mon.** dic.	1,3	2,5	2,2
Ophrys aranifera	dic.	mon dic.	0,6	unregelmäßig	3,5
Listera cordata	dic.	mon. dic.	—	„	2,3
Platanthera chlorantha	dic.	mon. **dic.**	1,8	„	3,2
Orchis sambucinus	mon.	mon. **dic.**	1,0	„	5,0 *
Orchis globosus	mon.	mon. **dic.**	0,4	„	4,2 *
Coeloglossum viride	dic.	dic.	1,2	1,2	3,0
Listera orata	dic.	dic.	2,1	—	3,2
Potamogeton pusillus	mon.	mon.	0,3	2,5	4,5
P. mucronatus	mon.	mon.	0,6	4,0	2,8
P. densus	dic.	mon.	—	4,0	1,5 *
P. perfoliatus	dic.	**mon.** dic	0,7	1,4	2,2
P. lucens	dic.	mon. **dic.**	3,0	1,2	2,2
Polygonatum multiflorum	dic.	mon	0,25	2,5	5,0 *
Polygonatum verticillatum	dic.	mon	0,4	2,0	4,5 *
Streptopus W. C. Richard	dic.	mon.	1,1	2,0	2,2 *
Smilacina bifolia	dic.	mon.	0,7	1,4	2,1 *
Paris quadrifolius	dic.	dic.	dic. Sekund.-Nerven	—	2,4
Smilax rotundifolia	dic.	dic.	4	—	5,2
Calla aethiopica	dic.	mon. **dic.**	1,8	1,7	5,6
Amorphophallus Riveri	dic.	mon. **dic.**	dic. Sekund.-Nerven	—	5,6
Arum italicum	dic	dic	„	—	5,4

Die Tabelle zeigt uns nun, daß zwar in der Regel mit dem Breitenwachstum des Blattes sich die feinere Nervatur dem dicotylen Typus mehr oder weniger nähert. Andererseits sehen wir bei den in der Tabelle mit einem Stern bezeichneten Pflanzen die

Unabhängigkeit der Nervatur von der Blattform. Während *Orchis sambucinus* und *Orchis globosus* bei monocotyler Blattform fast dicotyle Ausbildung des Nervennetzes aufweisen, zeigen *Canna*, *Epipactis*, *Potamogeton densus* und besonders *Streptopus*, *Polygonatum* und *Smilacina* bei typisch dicotylen Blattformen rein monocotyle Nervaturen.

Hierbei sei erwähnt, daß auch bei den Ranunculaceen, deren monocotyle Ausbildung der Blattform und Nervatur BITTER[1]) beschrieben hat, sich die gleiche Unabhängigkeit zeigte. So hat bei fast gleicher monocotyler Blattform *Ran. pyrenäus* monocotyle Nervatur und *Ran. Canabicus* trotz der Übereinstimmung in den drei parallelen Längsnerven ein typisch dicotyles Maschennetz.

Wenden wir uns zur Besprechung der Gründe, die die dicotyle Ausbildung der Nervatur bedingt haben mögen.

Anläßlich meiner Arbeit über die Nervatur der dicotylen Blätter zeigte sich, daß die Anordnung des Nervennetzes nach dem Prinzip der Bildung von Flächen kleinsten Umfanges erfolgt, das heißt, daß bei gegebener Nervenlänge die Leitung auf kürzestem Wege erfolgt. Ich fand damals, daß in der Annäherung an die Kreisform dieses Prinzip bei der Anordnung der dicotylen Nervatur am besten zur Geltung kommt. Die Nervatur der Monocotylen ist in dieser Beziehung weniger zweckmäßig. Je länger die Rechtecke werden — durch den großen Abstand der Anastomosen (siehe Rubrik 4 der Tabelle) bei dichten Längsnerven wie bei *Zea Mays* oder durch die Dichte der Anastomosen bei Längsnerven mit großem Abstand wie bei *Canna* — um so weiter entfernt sich die Nervatur von der Kreisform und um so unvorteilhafter ist sie. Nur wenn die von Nerven umschlossenen Rechtecke quadratisch werden, kommen wir dem Prinzip der Flächen kleinsten Umfanges nahe. Ein solches Verhältnis finden wir z. B. bei *Musa*: der Abstand der Sekundärnerven beträgt 0,3 mm, der der Anastomosen 0,2 mm.

Am ungünstigsten stellt sich von diesem Prinzip aus betrachtet die Nervatur der typischen Übergänge dar, wie wir sie in ihrem längsgestreckten, spitzwinkligen, unregelmäßigen Verlauf für *Malaxis*, *Platanthera*, *Orchis globosus* und *Orchis sambucinus* beschrieben haben.

Betrachtet man jetzt noch den Umstand, daß die Nervendichte (siehe Tabelle Rubrik 5) bei diesen Übergangsformen eine zumeist weit geringere ist als bei den typischen monocotylen Blättern, wie *Zea Mays*, *Musa Ensete*, *Convallaria maj.* und *Canna*

1) l. c.

iridiflora, so könnte man zu der Annahme kommen, diese Übergangsformen als Rückbildung anzusprechen. Daß aber dennoch das Auftreten der dicotylen Nervatur einen Fortschritt für die Pflanze bedeutet, werden wir weiterhin verstehen lernen, wenn wir uns näher mit der ontogenetischen Entwicklung der feineren Verzweigung der monocotylen Nervatur beschäftigt haben.

Für die ontogenetische Entwicklung der Nervatur konnte ich zwei verschiedene Arten der Entstehung beobachten.

Beim gewöhnlichen Typus, für den ich als Beispiel *Convallaria*, *Zea Mays* und *Musa* nenne, entsteht die monocotyle Nervatur folgendermaßen:

Die Längsnerven trennen sich der Reihe nach vom Mittelnerven und verlaufen bogig, nach der Mitte des Blattes zu leicht divergierend, fast genau in der Längsrichtung des Blattes. Erreicht nun die Entfernung der Längsnerven infolge des Breitenwachstums des Blattes eine für jede Pflanze spezifische Größe, so werden neue Nerven zwischen ihnen ausgebildet, die sich bogig an den alten Längsnerven ansetzen und parallel mit ihnen verlaufen: Ich nenne sie „Längszwischennerven“ [1]). Das gleiche tritt auch ein, wenn durch die Divergenz der Längsnerven nach der Mitte des Blattes zu deren Abstand eine bestimmte Weite (s. Tabelle Rubrik 3) überschreitet. Ist das Blatt nun fast ausgewachsen, so entstehen die Queranastomosen, die rechtwinklig die Längsnerven verbinden. Wird nun, wie wir an der Hand der Tabelle sehen, der Abstand der Längsnerven ein größerer, so gewinnen die längeren Queranastomosen an physiologischer und mechanischer Bedeutung. Ein charakteristisches Bild ihrer Bedeutung geben die Längszwischennerven, die erst angelegt werden, wenn die Anastomosen schon ausgebildet sind.

Die Anlage des Längszwischennerven nimmt dann ihren Ursprung von einer Queranastomose zwischen den Hauptnerven aus und bildet sich dem Blattwachstum des Blattes folgend nach der Spitze zu in der Weise fort, daß immer abschnittsweise zwischen den vorhandenen Queranastomosen neue Anlagen entstehen, die sich in der Mitte einer solchen Anastomose nach der Blattbasis zu ansetzen. Es werden aber nicht die unmittelbar benachbarten Queranastomosen in dieser Weise untereinander verbunden. Die Anlagen

1) Bei *Musa Enseie* verlaufen die Sekundärnerven in der Querrichtung des Blattes und divergieren daher nicht. Wir finden deshalb bei *Musa* keine kürzeren Längszwischennerven. Dadurch erhält die Nervatur von *Musa* ihre charakteristische streng rechtwinklige Parallelität.

kreuzen vielmehr mehrere Queranastomosen, bevor sie sich an eine derselben anlegen. Der neue Längsnerv läuft infolgedessen quer über die meisten Anastomosen fort. Da aber in den ausgewachsenen Blättern sich keine Anastomosen vorfinden, die quer über einen später entstandenen Längsnerven liefen, müssen sich die Queranastomosen nachträglich an den Längszwischennerven anlegen. Dies geschieht dadurch, daß beim Wachstum zwei benachbarte Tracheiden sich trennen, und so die Queranastomose auseinandergezogen wird. Neue Tracheiden bilden sich dann, die, die alte Queranastomose fortsetzend, sich an den Längszwischennerven anlegen. Verfolgen wir die Entwicklung eines solchen Längszwischennerven, so finden wir dementsprechend, daß zwar an seinen jüngsten Stellen alle Queranastomosen quer über ihn hinwegverlaufen. Dann kommt eine Zone, in der die Queranastomosen zum Teil sich schon getrennt haben, den neuen Längsnerven fortsetzend, oder sich an ihn legend, zum Teil aber noch quer über ihm liegen. Und schließlich hört das Sichkreuzen von Längsnerven und Anastomose ganz auf. Die zur selben Zeit mit dem Längszwischennerven neu entstehenden Anastomosen legen sich natürlich an denselben an. Ich beobachtete diese Entwicklung an Blättern von *Canna iridiflora*, *Tradescantia*, *Polygonatum verticillatum* und *Calla aethiopica*. Erläutern wir an der Hand der Fig. 16, die diese Entwicklung bei *Canna* wiedergibt, das Gesagte. Wir sehen die beiden Längsnerven und zwischen ihnen einen neu entstandenen Längszwischennerv. Die Anastomosen 1 und 2 liegen oberhalb des Längsnerven. Die Tracheidenkette der Anastomose 3 ist bei a auseinandergerückt und die dazwischen entstandene neue Tracheide hat sich krümmend den Längsnerven fortgesetzt. Die Anastomose 4 und 7 sind neu entstanden. Die Anastomose 5 und 6 liegen wieder quer über den Längsnerven. Die Anastomose 8 ist auseinandergerückt und ihre zwei Hälften seitlich verschoben. Eine S-förmig gekrümmte Tracheide verbindet die beiden Anastomosenhälften mit dem neuen Längsnerv. Während die Anastomose 9 wieder den Längsnerv kreuzt, ist die Anastomose 10 auseinandergerückt. An ihr können wir deutlich die 4 alten und breiten Tracheiden von den schmalen kurzen neuen Tracheiden, die die auseinandergerückte Anastomose ergänzen, und sich an den neuen Längsnerven anlegen, unterscheiden. In dieser skizzierten Weise geschieht das Weiterwachsen des Längszwischennerven nach der Spitze zu. Der ausgebildete neue Nerv legt sich stets bogig an vorhandene Längsnerven an.

Ein Sich-Kreuzen der Nerven anderer Art fand ich bei den

Schwimmblättern von *Alisma Plantago*. Während die Wasserblätter[1]) von *Alisma* rein monocotyle, die Luftblätter rein dicotyle Ausbildung in Blattform und Nervatur aufweisen, zeigt das Schwimmblatt einen eigentümlichen Übergang im Nervenverlauf. Wie bei den dicotylen Blättern laufen parallele Sekundärnerven im Abstand von ca. 1,2 mm vom Mittelnerven nach dem Blattrand, und sind durch parallele Anastomosen in der Längsrichtung des Blattes verbunden. Außerdem aber durchziehen noch je drei bogige Längsnerven das Blatt von der Spitze zur Basis. Diese Längsnerven nun und die Sekundärnerven kreuzen sich, übereinander laufend. Weiter fand ich ein solches Kreuzen öfters bei *Calla*, bei welcher Pflanze die feineren Nerven in ihrem unregelmäßigen Verlauf sich kreuzten. Das Sich-Kreuzen der Nerven hatte ich in meinen Untersuchungen über die feinere dicotyle Nervatur nie gefunden. Um die Rolle zu verstehen, die es im Aufbau der monocotylen Nervatur übernimmt, müssen wir nochmals das Gesagte zusammenfassen.

Wir sehen einerseits, daß die Monocotylen-Nervatur wie bei *Zea Mays*, *Musa Ensete*, *Convallaria majalis* und *Canna iridiflora* in ihrer Nervendichte durchaus nicht hinter der der dicotylen Pflanzen zurücksteht[2]). Andererseits haben wir gesehen, daß gerade bei denjenigen Formen, bei denen der monocotyle Typus sich immer mehr in den dicotylen umzuwandeln scheint, die Anordnung ungünstig und die Nervendichte zumeist sehr gering war, so daß man vermuten könnte, diese Blätter wären im Hinblick auf die Funktion der Leitung weniger geeignet konstruiert als die Blätter mit rein monocotyler Nervatur. Bei ihrer Beurteilung dürfte aber noch ein weiterer Gesichtspunkt in Betracht kommen. Während bei den Monocotylen die Nerven in annähernd rechten Winkeln sich schneiden, läuft bei den Dicotylen die ganze Nervatur nur mit Ausnahme der letzten Verzweigungen fächerförmig zusammen; das Zu- und Ableiten der Ströme nach dem Hauptnerven geschieht hier in einer Richtung und ist dadurch wesentlich erleichtert. Neben der Nervendichte und dem Prinzip der Anordnung nach Flächen kleinsten Umfanges haben wir also auch dies Prinzip der allgemeinen Richtung der Leitungsbahnen zu berücksichtigen, wie

---

1) Die Bezeichnung Nervatur trifft für die Wasserblätter von *Alisma Plantago* im eigentlichen Sinne nicht zu, da außer im Mittelnerv keine Tracheiden ausgebildet werden.

2) Zum Vergleiche citiere ich aus meiner früheren Arbeit (l. c.) die Nervendichte einiger Dicotylenblätter. Sie beträgt für *Fagus silvatica* 11,1, *Acer Negundo* 10,3, *Spiraea spec.* 9,2, *Vicia Faba* 8,4 *Syringa vulg.* 7,4, *Ribes rubrum* 5,2, *Hedera Helix* 3,6 mm

sie nur die dicotyle Blattstruktur aufweist. Die monocotyle Struktur kann sich nun nicht sofort in den dicotylen Typus verwandeln. Daher finden wir die beschriebenen Übergangsformen, die vom Gesichtspunkt der Anordnung nach Flächen kleinsten Umfanges, und in ihrer Nervendichte, nicht zweckmäßig erscheinen, die aber doch im Vergleich zu den sich kreuzenden Nerven der Monocotylen durch ihren gerichteten Verlauf einen Fortschritt zu bedeuten scheinen. Dieser ist auch wesentlich darin zu sehen, daß, indem die feinen Nerven sich nunmehr in allen, also den zweckmäßigsten Richtungen entwickeln können, sie überall leicht an die schon vorhandenen Nerven Anschluß finden, während die Nerven des monocotylen Typus, die sich im wesentlichen nur nach zwei Richtungen entwickeln können, so viel schwerer miteinander in Kommunikation treten können[1]).

Erklärung der Tafel VIII.

Fig. 1. Die Nervenverzweigung bei *Epipactis rubiginosa*.
Fig. 2. „ „ „ *Goodyera repens*.
Fig. 3. „ „ „ *Sturmia Loeselii*.
Fig. 4. „ „ „ *Malaxis paludosa*.
Fig. 5. „ „ „ *Ophrys aranifera*, a am Rand des Blattes.
Fig. 6. „ „ „ *Listera cordata* a am Rand des Blattes.
Fig. 7. „ „ „ *Platanthera chlorantha*.

---

1) Nicht unerwähnt will ich die Beobachtung lassen, daß ich im Laufe der Untersuchungen bei *Calla aethiopica albomaculata* alle hellgefleckten Stellen nervenlos fand (siehe Figur 17). Der Rand des weißen Fleckens war von Nerven dicht umrahmt, in den Flecken selbst verlief aber höchstens das kurze Ende eines Nerven. Ich suchte die gleiche Erscheinung auch an panaschierten Blättern anderer Pflanzen zu beobachten, aber mit negativem Ergebnis: Die andern untersuchten Blätter hatten an den grünen wie an den weiß gefleckten Stellen die gleiche Art und Dichte der Nervatur. STAHL (Annales du jardin Bot. de Buitenzorg vol. XIII, 1896, p. 189 ff.) sieht die physiologische Bedeutung der weißen Flecken in der Erschwerung der Assimilation durch die mangelhafte Ausbildung des Chlorophylls und in der Beförderung der Transpiration: Dadurch, daß die hellen Flecken sich langsamer abkühlten und höher temperiert blieben als die umgebende Luft, ermöglichten sie die Wasserdampfabgabe. Die Nervenlosigkeit in Verbindung mit dem Fehlen des Chlorophylls an den weißen Flecken scheint bei *Calla* aber doch mehr für eine Herabsetzung der Transpiration zu sprechen. Wächst *Calla* ja auch an sonnigen Standorten und demnach unter den umgekehrten Bedingungen als sie STAHL in den Tropen beobachtete.

Fig. 8. Die Nervenverzweigung bei *Orchis sambucinus*.
Fig. 9 „ „ „ *Orchis globosus*.
Fig. 10. „ „ „ *Coeloglossum viride*.
Fig. 11. „ „ „ *Listera ovata*.
Fig. 12. „ „ „ *Canna iridiflora*.
Fig. 13. Schem. Darstellung des Verlaufes der Tertiärnerven bei *Amorphophallus Rivieri*.
Fig. 14 u. 15. Die Nervenverzweigung bei *Amorphophallus Rivieri*
Fig. 16. Die Entstehung eines Längszwischennerven bei *Canna iridiflora*.
Fig. 17. Die Nervenverzweigung bei *Calla aethiopica a bimaculata* an einem der hellen Flecke.
Fig. 1—11 und 17. Vergr c. 12.
Fig 12, 14—16. Verg c. 18.

Sitzung vom 29. Juli 1910.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Der Vorsitzende machte der Gesellschaft Mitteilung von dem am 23. Juni erfolgten Ableben ihres ordentlichen Mitgliedes, des Herrn Rittmeister a. D.

O. v. Seemen in **Berlin.**

Die Anwesenden ehrten das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Peklo, Dr. **Jaroslav**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der böhmischen Universität in **Prag** (z. Z. in Leipzig) (durch W. PFEFFER und B. NÉMEC).

Feldbausch, Karl, stud. rer. nat., in **Landau** (Pfalz), Xylanderstr. 1 (durch ARTHUR MEYER und L. DIELS).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Arthur, J. C., in **Lafayette**, Indiana, U. S. A.

Pietsch, Wilh., in **Dahlem.**

Im Anschluß an die in Heft 3 veröffentlichten Beobachtungen von Herrn WITTMACK legte Herr LINDAU im Auftrage des abwesenden Herrn WITTMACK einige Präparate von der Florabüste vor, die das von Exzellenz RAEHLMANN gesehene Gewebe der *Roccella* enthalten. Gleichzeitig wurde auch ein Präparat von einem Gemälde der Schule des Meisters BERTRAM vorgelegt. Hier zeigt sich unter dem Goldüberzug ein netzförmiges Hyphen-

gewebe von bräunlicher Farbe, das auf den ersten Blick als Pilzgewebe erkannt werden konnte. Wahrscheinlich ist dieses Pilzgewebe erst nach Auftragung des Goldes auf der noch nicht trockenen Unterlegung (Kleister, Leim ?) gewachsen. Genaueres läßt sich ohne eingehende Untersuchung des Gemäldes nicht feststellen. Ein weiteres Präparat zeigte das typische *Roccella*gewebe, wie es in heutigem Lackmus vorkommt und von Herrn LINDAU daraus isoliert wurde.

Mitteilungen.

41. Anna Rosenberg: Über die Rolle der Katalase in den Pflanzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 29. Juni 1910.)

Die Rolle der Katalase in Atmungsprozessen bleibt bis heute rätselhaft. Einige Forscher[1]) nehmen an, daß Katalase Oxydationsprozesse im Organismus reguliert; andere meinen, daß sie zu den anaeroben Enzymen gehört[2]).

Es ist der Zweck vorliegender Mitteilung, die auf Vorschlag des Herrn Prof. W. ZALESKI ausgeführt wurde, den Zusammenhang der Katalase mit den Atmungsprozessen der Pflanze näher zu untersuchen.

PALLADIN[3]) nimmt an, daß Katalase an anaeroben Prozessen beteiligt ist, da sie sich in großer Menge in Hefe bzw. Zymin befindet.

Wir haben uns zuerst die Aufgabe gestellt, die verschiedenen Objekte nach der Menge der Katalase untereinander zu vergleichen. In der Auswahl der Objekte richten wir uns nach der Arbeit von

1) EULER und HERZOG, Zeitschrift f. physiol. Chem. 59.

2) PALLADIN, ABDERHALDEN, Handbuch der biochemisch. Arbeitsmethoden. Bd. III, Hälfte 1.

3) PALLADIN, Zeitschr. f. physiol. Chemie 55, 1908.

GODLEWSKI[1]), welcher sagt, daß die Befähigung zur anaeroben Atmung am stärksten bei den Leguminosensamen und am schwächsten bei den Getreide- und — besonders — Ölsamen zu beobachten ist. Daher haben wir den Katalasegehalt oder, richtiger gesagt, die Katalasewirkung in verschiedenen Samen untereinander verglichen. Zu diesem Zweck digerierten wir 0,1 g Samenpulver mit 10 ccm Wasser eine Stunde lang und versetzten das Gemisch dann mit 3 ccm 3 proz. H_2O_2-Lösung (aus MERCKs Perhydrol bereitet). Die Menge des zerlegten H_2O_2 bzw. die des ausgeschiedenen Sauerstoffs bestimmten wir nach manometrischer Methode in dem von uns konstruierten Apparate, welcher dem von LOEB[2]) beschriebenen sehr ähnlich war.

1. Versuch.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Lupinus angustifolus . . .	1	2	2	2,5	2,5	2,5
Pisum sativum Viktoria . .	1	1,5	2	2	2	2
Triticum sativum	3	4,5	5,5	6,5	7	7,5
Zea Mays	5	8	9	10	11	11,5
Vicia Faba equina	4	5	5,5	6	6	6
Weizenembryonen	18	26	30	33	34	—
Cannabis sativa	44	46	46,5	—	—	—
Linum usitatissimum . . .	12,5	25	30	32	—	—
Helianthus annuus	31	39	41,5	42	42	—
Cucurbita Pepo	23	33	36,5	39	40,5	41

Obwohl diese Versuche zur quantitativen Bestimmung der Fermente nicht geeignet sind, können wir dennoch in diesem Falle von einer vergleichenden Katalasewirkung sprechen, indem wir diese nach der Reaktionsgeschwindigkeit messen.

Aus den oben angeführten Versuchen ist zu ersehen, daß kein direkter Zusammenhang zwischen der Anaerobiose und Katalase besteht. So führen Leguminosensamen, z. B. Erbsen und *Lupinus*, die schwächste H_2O_2-Zerlegung aus, während Getreide- und Ölsamen, obwohl sie zur Anaerobiose wenig geeignet sind, dennoch an Katalase sehr reich sind.

Zugunsten einer umgekehrten Analogie zwischen Anaerobiose und Katalase sprechen auch die in unserem Laboratorium von

1) GODLEWSKI und POLZENIUSZ, Bull. d. l'Académ. d. scienc. d. Cracovie 1901.

2) LOEB, Biochem Zeitschr. 36, 1907.

Fräulein ANUFRIEFF ausgeführten Versuche, welche zeigen, daß je reicher die Samen an Katalase, desto ärmer sie an Quantität der reduzierenden Substanzen sind. Die Reduktionskraft aber steht in einem direkten Zusammenhange mit der Anaerobiose.

Wir sehen weiter, daß die Blätter, welche streng aerob sind, auch an Katalase reich sind, wie aus folgendem Versuche zu ersehen ist.

2. Versuch.

0,1 g Blattpulver wurden mit 10 ccm Wasser 1 Stunde lang digeriert und dann mit 3 ccm 3 proz. H_2O_2-Lösung versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Acer . . .	10	15	18,5	20	22	24
Zea Mais . . .	7	13	16	18	19,5	20,5
Helianthus annuus . .	37	45	46,5	47	—	—

In weiteren Versuchen haben wir die Wirkung der Salze auf die Katalase studiert. Als wir schon unsere Arbeit begonnen hatten, erschien die Mitteilung von PREOBRASCHENSKI [1]). Da der Verfasser bei den Untersuchungen über die Katalase, sich einer unvollständigen Methode bediente, so halten wir unsere Versuche nicht für überflüssig, umso mehr, als wir für diese andere Objekte genommen haben.

PREOBRASCHENSKI bestimmte die Menge der Katalase nach der Höhe der Schaumschicht, welche sich nach H_2O_2-Zusatz bildet. Es scheint uns zweifelhaft, ob man den Katalasegehalt nach der Schaumquantität bestimmen kann. Es gelang uns zu beobachten, daß fette Samen, die reich an Katalase sind, mit H_2O_2 sehr wenig oder gar keinen Schaum geben, während andere Samen (z. B. Erbsen), die ärmer an diesem Enzyme sind, weit mehr Schaum liefern.

Wenden wir uns zu den Versuchen.

3. Versuch.

0,5 g Samenpulver von *Lupinus angustifolus* wurden mit 20 ccm Wasser und parallel hierzu mit 20 ccm einer bestimmten Salzlösung 1 Stunde lang digeriert und dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 proz.) versetzt.

1) PREOBRASCHENSKI, Arbeiten der Naturforsch.-Gesellsch. Petersburg 1909.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
H_2O	9,5	14	16	18	18,5	19
KCl 0,5 %	1	2	3	4,5	5,5	6
„ 1 %	1	1,5	2	3	3,5	4
KNO_3 0,5 %	1	1	1,5	2	3	3
„ 1 %	—	—	0,5	1	1,5	2
$CaCl_2$ 0,25 %	—	0,5	1,5	2,5	3	4
„ 0,5 %	—	—	—	—	0,5	1
K_2SO_4 1 %	5,5	7,5	9	10	10,5	11
Na_2CO_3 0,25 %	12	20	24	26,5	28	30
Zitronensäure 0,25 %	—	—	—	—	—	—
Milchsaures Natrium 1 %	9	13	15	16,5	17,5	19

4. Versuch.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
H_2O	9,5	13	15	17	18	19
KH_2PO_4 0,5 %	7	10,5	12	13	13,5	14
„ 1 %	3	5,5	6,5	7 5	8	9
NaH_2PO_4 0,5 %	7	9,5	10	11	12	12,5
„ 1 %	4	5,5	6,5	7	7,5	8,5
K_2HPO_4 0,5 %	18	29	35	38	39	39 5
„ 1 %	19	29,5	34,5	37	38,5	39,5
„ 2 %	19	28	33,5	36,5	38,5	39,5
Na_2HPO_4 0,5 %	20 5	31	36	38	39	40
„ 1 %	28,5	38	42	44	—	—
„ 2 %	28	36	38	38,5	39	39

Die Säuren wirken schädlich auf Katalase, da schon 0,25 proz. Zitronensäure ihre Wirksamkeit paralysiert. Die sauren Salze wie einbasische Phosphate (des Kaliums und Natriums) schwächen ebenfalls ihre Wirksamkeit. Dieselbe Wirkung äußern auch Neutralsalze (Chloride, Sulfate und Nitrate); besonders schädlich wirken Calciumsalze. Demgegenüber befördern alkalische Salze, z. B. Na_2CO_3, die Wirkung der Katalase. Am meisten aktivieren die Katalase, eine spezifische Wirkung ausübend, die zweibasischen Phosphate. Am stärksten wirken Phosphate auf die Samen, welche an Katalase arm sind, wie z. B. Erbsen, *Lupinus* und sogar Weizen, und am schwächsten äußert sich der Einfluß derselben auf Objekte, die an diesem Fermente reich sind, wie z. B. Weizenkeime und Ölsamen, was aus folgenden Versuchen zu ersehen ist.

5. Versuch.

0,5 g Samenpulver von *Pisum sativum* Viktoria wurden mit

20 ccm Wasser und parallel hierzu mit 20 ccm Na_2HPO_4-Lösung 1 Stunde lang digeriert und dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 pCt.) versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
H_2O	2	3,5	4,5	5	5,5	6
Na_2HPO_4 1%	5,5	8,5	10,5	12,5	13,5	14,5

6. Versuch.

0,5 g Samenpulver von *Triticum sativum* wurden mit 20 ccm Wasser und parallel hierzu mit 20 ccm K_2HPO_4- und Na_2HPO_4-Lösung eine Stunde lang digeriert und dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 pCt.) versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
H_2O	4	7	9,5	11	—	—
K_2HPO_4 1%	8	10,5	12	13,5	—	—
Na_2HPO_4 1%	1	6,5	8	9	—	—

7. Versuch.

0,1 g Samenpulver von Weizenembryonen wurde mit 20 ccm Wasser und parallel hierzu mit 20 ccm K_2HPO_4- und Na_2HPO_4-Lösung 1 Stunde lang digeriert und dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 pCt.) versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers			
	nach 5	10	15	20 Minuten
	mm	mm	mm	mm
H_2O	22,5	31	35	38
K_2HPO_4 1%	31	36,5	39	41,5
Na_2HPO_4 1%	29,5	36,5	40	43

8. Versuch.

0,1 g Samenpulver von *Cannabis sativa* wurde mit 20 ccm H_2O- und parallel hierzu mit 20 ccm K_2HPO_4-Lösung 1 Stunde lang digeriert und dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 pCt.) versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers		
	nach 5	10	15 Minuten
	mm	mm	mm
H_2O	29	31	31,5
K_2HPO_4 1%	31	32	32,5

PREOBRASCHENSKI behauptet, daß K_2HPO_4 im Gegensatz zu Na_2HPO_4 die Wirkung der Katalase in den Weizenkeimen paralysiert. Es ist zu bemerken, daß der Verfasser in seinen Versuchen sich einer 5proz. K_2HPO_4-Lösung bedient hat; wir aber können aus unseren Versuchen nicht solche Schlußfolgerung ziehen. So z. B. haben wir in Versuchen mit *Lupinus*samen und Weizenkeimen keinen Unterschied in der Wirkung von K_2HPO_4 und Na_2HPO_4 auf Katalase bemerkt. Was die Weizensamen anbelangt, so erlauben wir uns die Vermutung auszusprechen, daß K_2HPO_4 die Wirkung des Ferments mehr als Na_2HPO_4 fördert.

Die Phosphate haben die Eigenschaft, nicht nur die Katalase zu aktivieren, sondern sie auch vor der Vernichtung zu schützen, wie es unsere Autolyseversuche zeigen.

In diesen Versuchen haben wir die Samen von *Lupinus* und *Pisum* 3 Tage lang sowohl im Thermostaten, wie auch bei Zimmertemperatur der Autolyse unterworfen. In diesen Versuchen wurde Chloralhydrat 0,5 pCt. hinzugefügt.

9. Versuch.

0,5 g Samenpulver von *Lupinus angustifolius* wurden mit 20 ccm H_2O und parallel hierzu mit 20 ccm K_2HPO_4- und NaH_2PO_4-Lösung 1—3 Tage lang im Thermostaten (35°) digeriert, dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 pCt.) versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers																			
	1 Tag							2 Tage						3 Tage						
	nach	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	Min
H_2O . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K_2HPO_4 1%	11	20	25,5	27,5	29,5	32	8	13	18	21	22,5	21	4	6,5	10	13	14,5	16		
NaH_2PO_4 1%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

10. Versuch.

0,5 g Samenpulver von *Lupinus angustifolius* wurden mit 20 ccm H_2O und parallel hierzu mit 20 ccm K_2HPO_4- und NaH_2PO_4-Lösung 1—3 Tage lang bei Zimmertemperatur (20—22°) digeriert und dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 pCt.) versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers																			
	1 Tag							2 Tage						3 Tage						
	nach	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	Min.
H_2O . . .	—	—	—	—	0,5	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K_2HPO_4 1%	12	18,5	23,5	24	24,5	25	13,5	20	22	24	25	25,5	12	19,5	21,5	23,5	24,5	25		
NaH_2PO_4 1%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

11. Versuch.

0,5 Samenpulver von *Pisum sativum* Viktoria wurden mit 20 ccm H_2O und parallel hierzu mit 20 ccm 10proz. Saccharoselösung 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur digeriert und dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 pCt.) versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
H_2O	2	3	3,5	4	4	4,5
Saccharose 10%	2	3,5	4	4,5	5	5

12. Versuch.

0,5 g Samenpulver von *Pisum sativum* Viktoria wurden mit 20 ccm H_2O und parallel hierzu mit 20 ccm 1. Saccharose-, 2. Na_2HPO_4-, 3. Saccharose+Na_2HPO_4-Lösung 1 Stunde lang bei Zimmertemperatur digeriert und dann mit 3 ccm H_2O_2 (3 pCt.) versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
H_2O	2	3,5	4,5	5	5,5	6
Saccharose 10%	2	3,5	4,5	5	5,5	6
Na_2HPO_4 1%	5,5	8,5	10,5	12,5	13,5	14,5
Saccharose 10%+Na_2HPO_4 1%	4	6,5	8,5	10	11	12

Die Katalase des *Lupinus* wird schnell bei der Autolyse zerstört sowohl im Wasser, wie auch selbstverständlich in der Lösung der sauren Phosphate. Zweibasische Phosphate schützen die Katalase vor der Vernichtung während der Autolyse nicht nur bei Zimmertemperatur, wo ihre Quantität 3 Tage lang ohne Veränderung bleibt, sondern auch bei höherer Temperatur, bei der ihre Menge sich allmählich vermindert.

PREOBRASCHENSKI berichtet, daß während der Autolyse der Weizenkeime die Quantität der Katalase sich unter dem Phosphateinfluß vermehrt. Da die vom Verfasser benutzte Methode nicht einwandfrei war, so können wir dieser Meinung a priori nicht beistimmen. Die Erbsenkatalase ist beständiger als die des *Lupinus*.

Um die Rolle der Katalase in der anaeroben Atmung zu beweisen, zeigt PREOBRASCHENSKI, daß alle Substanzen, welche die Gärung fördern, auch die Katalasemenge während der Autolyse vermehren. Diese Versuche des Verfassers stehen nicht im Ein-

klang mit denjenigen von BACH[1]), welcher zeigte, daß während der Autolyse des Zymins die Quantität der Katalase beim Saccharosezusatz eine weit stärkere Verminderung erfährt.

In unserem oben erwähnten Versuche mit Erbsen wirkte der Zucker auf die Katalase bei der Autolyse der Erbsensamen auch nicht, aber der Zusatz von Phosphaten schwächte ihre Wirkung im Vergleich mit Phosphaten allein (ohne Zucker).

Weiter haben wir Versuche mit Hefe angestellt, um die Katalasemenge in Hefe vor und nach der Gärung zu vergleichen.

13. Versuch.

Zu diesem Versuche wurde Preßhefe genommen. Eine Portion der Hefe wurde sofort getrocknet, die andere aber wurde nach der Gärung gesammelt und dann auch getrocknet. Darauf wurde von beiden Portionen 0,1 g Hefesubstanz genommen, mit 10 ccm Wasser 1 Stunde lang digeriert und dann mit 3 ccm (3 pCt.) H_2O_2 versetzt.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,1 g Hefe vor der Gärung	32	36	36	—	—	—
0,1 g Hefe nach der Gärung	16	24	27	27,5	28	28,5

Es ergab sich, daß Hefe nach der Gärung weniger Katalase enthält, was mit den oben erwähnten Versuchen von BACH vollständig übereinstimmt.

In anderen Versuchen studierten wir die Wirkung der Salze auf die Bildung der Katalase. Zu diesem Zwecke wurden 15 Weizensamen im Wasser und parallel hierzu in Salzlösungen 24 Stunden lang eingeweicht. Nach beendigtem Versuche wurden die Weizensamen aus den Lösungen herausgenommen, sorgfältig mit destilliertem Wasser ausgewaschen, bei 35° getrocknet, pulverisiert und dann zur Katalasebestimmung benutzt.

14. Versuch.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Keimlinge in H_2O . . .	17,5	23	26	28	29	30
„ „ KNO_3 0,5 %	13	17,5	20,5	22,5	24	25,5
„ „ $MgSO_4$ 0,5 %	8,5	12,5	15	17	19	20
„ „ K_2HPO_4 0,5%	14	19	22	24,5	25,5	26,5
„ „ $Ca(NO_3)_2$ 0,5%	12,5	17	19,5	20,5	21,5	22
Samen	5,5	9	12	14,5	16	17,5

1) BACH, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 34 und 39.

Wir sehen also, daß die Menge der Katalase sich während der Keimung der Samen im Wasser mehr als bei der Kultur derselben in Salzlösungen vergrößert. Es erweist sich also, daß Nährsalze die Bildung der Katalase herabsetzen.

Über die Bildung der Katalase während der Keimung der Weizensamen spricht noch deutlicher ein folgender Versuch.

15. Versuch.

	Manometerstand in Millimetern des Quecksilbers					
	nach 5	10	15	20	25	30 Minuten
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Samen	7	12	15	17,5	19,5	21
3tägige Keimlinge . . .	25	30,5	32,5	33	33,5	—

Ebenso hat in unserem Laboratorium Fräulein ORTENBERG gezeigt, daß während der Keimung der *Lupinus*- und Erbsensamen die Menge der Katalase sich vermehrt.

Auf Grund unserer Versuche vermuten wir vorläufig, daß Katalase zu den aeroben Enzymen gehört.

Charkow, Pflanzenphysiolog. Laboratorium.

42. M. Nordhausen: Über die Haarbildungen der Fasergrübchen und Konceptakeln von Fucus vesiculosus.

(Mit zwei Figuren im Text.)

(Eingegangen am 30. Juni 1910.)

Die Herstellung zweier Demonstrationstafeln gab mir den erwünschten Anlaß zu einem eingehenderen Studium der morphologischen und anatomischen Verhältnisse von *Fucus vesiculosus*. Trotz der umfangreichen, auf diesem Gebiet vorliegenden Literatur erschien mir unter anderem eine Beobachtung, die sich auf die Homologie der Faser- oder Haargrübchen und Konceptakeln bezieht, zur Veröffentlichung nicht ungeeignet. Die engen Beziehungen zwischen den beiden soeben genannten Organen sind bereits seit langem bekannt (conf. AGARDH[1]), und nicht nur für

1) Species, genera et ordines algarum. 1848. Bd. 1, p. 181.

die Gattung *Fucus*, sondern auch für zahlreiche Fucaceen selbst in neuerer Zeit entwicklungsgeschichtlich genau untersucht worden. Trotzdem scheinen die anatomischen Verhältnisse der fertig ausgebildeten Fasergrübchen noch nicht die ihnen gebührende Beachtung gefunden zu haben. Sie mögen daher den Ausgangspunkt meiner Untersuchung bilden[1]).

Betrachten wir eines der bekanntlich flaschenförmig gestalteten Fasergrübchen in jungem, jedoch ausgewachsenem Zustande, wie sie sich in einer Entfernung von wenigen Zentimetern von der Thallusspitze finden, so sehen wir den Halsteil von zartwandigen, papillenartig vorgewölbten Zellen ausgekleidet. Ihr Inhalt ist sehr dichtkörnig und führt kleine Chromatophoren, die nur in der Nähe der Halsmündung, genau wie bei der übrigen „Epidermis", am Grunde der Zelle zusammengeballt liegen, sonst aber diffus im Zellinhalt verstreut sind. An dem etwas abgeflachten Grunde des Grübchens entspringen in großer Zahl die bekannten, charakteristischen langen Haare, die büschelförmig über die Thallusoberfläche hervorragen. Unverzweigt, farblos und inhaltsarm, mittelst eines basalen Vegetationspunktes wachsend, stellen sie einen Typus dar, der sich bei vielen Braunalgen wiederfindet. Daneben entwickelt sich nun aber noch ein weiterer Typus von Haaren, über den sich in der Literatur eine Angabe nur bei REINKE (S. 338)[2]) findet. Er sagt hierüber: „Nachdem die langen Zellfäden gebildet, entwickeln sich zwischen ihnen noch büschelweise zusammenstehende, einzellige Haare, die aber nicht zur Mündung des Fasergrübchens hinauswachsen; die einzelnen Büschel sitzen auf kleinen Hervorragungen, die durch Wachstum und Teilung einzelner Gruppen der das Grübchen umgebenden Rindenzellen entstehen." Diese Haare „werden im alten Laube immer zahlreicher und stehen so dicht, daß sie mitsamt den Basalstücken der später abwitternden Sproßfäden einen dichten, gewebeartigen Verschluß des Fasergrübchens bilden; wo noch Zwischenräume zwischen diesen oft keulenförmig anschwellenden Haargebilden bleiben, werden dieselben von bräunlichem erhärteten Schleim erfüllt." Dieser Darstellung möchte ich verschiedene Ergänzungen und einige Berichtigungen hinzufügen.

In dem eingangs skizzierten Altersstadium der Fasergrübchen erweisen sich die Haare tatsächlich zunächst als einfache, kurze einzellige Gebilde von keulenförmig angeschwollener Form. Sie

1) Es sei bemerkt, daß sämtliche Beobachtungen nur an lebendem Material in Seewasser ausgeführt wurden.

2) REINKE, Beiträge zur Kenntnis der Tange, Jahrbüch. für wissensch. Bot. X, 1876.

sind mit dichtem, körnigem Inhalt und kleinen, gelbbraunen Chromatophoren angefüllt, wodurch sie sich ohne weiteres, auch späterhin, von den langen, farblosen Haaren unterscheiden. Ich fand sie zwischen den letzteren ziemlich gleichmäßig verteilt. Mit Haarbüscheln bedeckte Hervorragungen der Grübchenwandung sind mir nicht aufgefallen; mir will es scheinen, als ob es sich in einem solchen Falle nur um Unregelmäßigkeiten im Wachstum handelt, wie sie übrigens auch sonst nicht so ganz selten zu finden sind. Haarbüschel können dagegen häufig durch Bildung von einzelligen Seitenzweigen, die einzeln oder zu mehreren meist in dem unteren Teil der noch jungen Haare ihren Ursprung nehmen, entstehen. Ihre Basalwände liegen stets in der Ebene der Mutterzellwand.

In älteren Stadien hat sich das Bild der Haargrübchen in folgender Weise verändert (conf. Fig. 1): Von den farblosen Haaren existieren nur noch kurze Stümpfe, die z. T. schon abgestorben und braun gefärbt sind. Dagegen hat sich die Zahl der gelbbraunen Haare stark vermehrt. Ihre Länge hat unter Zellteilungen zugenommen, trotzdem reichen sie nur selten bis an den Halsteil des Grübchens. Ihre Zellen, deren Zahl zwischen 2—6 ev. noch mehr schwankt, führen noch reichen, körnigen Inhalt und gelbe Chromatophoren, besonders reichlich an der Haarspitze. Die Zellwände sind verhältnismäßig dick. Sehr verschieden ist die Gestalt der Haare, und zwar wird sie bedingt durch die unregelmäßige Art der Verzweigung und Form der Zellen. Letztere sind seltener zylindrisch und langgestreckt, meist kurz und abgerundet, bald birnförmig, bald kreisrund, entfernt vielleicht an *Chroolepus* erinnernd. Die Querwände stehen häufig schief. Dadurch, daß die Zellen an der Spitze meist einen größeren Durchmesser aufweisen, erscheinen die Haare mehr oder minder keulig. Verzweigungen kommen an den verschiedensten Stellen vor, doch sind die Seitenäste meist einzellig. Die Basalwand steht der Hauptachse der Mutterzelle ziemlich parallel. Besonders häufig sind Unregelmäßigkeiten in der Verzweigung, die einerseits dadurch zustande kommen, daß zwar eine größere oder kleinere Ausstülpung der Mutterzelle erfolgt, aber die Bildung der Basalwand unterbleibt. Anderseits kann die Basalwand sehr frühzeitig angelegt werden, wobei sie mehr nach dem Innern der Mutterzelle verschoben wird, während die Ausstülpung selbst nur wenig oder gar nicht zu erfolgen braucht. Im übrigen scheint das Wachstum typisch interkalar, vielleicht unter Bevorzugung der Spitzenzellen zu erfolgen. Treffen die oben erwähnten Wachstumsmodi mit sehr reicher Verästelung zusammen, so kann es in extremen Fällen zur Bildung

ziemlich erheblicher, traubig erscheinender lockerer Gewebemassen kommen. Diese sind dann entweder dünn gestielt, oder sitzen mit breiter Basis der Grübchenwandung auf.

Bekanntlich sind die Fasergrübchen von Anfang an mit Schleim erfüllt, der offenbar dauernd regeneriert wird. Diese Neubildung von Schleim geht einmal von den Wandungszellen des Halses, außerdem aber auch von den gelben Haaren, speziell derem Spitzenteil aus. Wie bei den übrigen Oberhautzellen des Thallus handelt es sich stets um eine Verschleimung der äußeren Zellwandungen, wobei Strukturlinien besonders in Form von Schichtung im Schleim erkennbar bleiben (cf. Fig. 1).

Fig. 1. Verschiedene Formen der braunen Haare aus einem Fasergrübchen; in der Mitte zwei farblose Büschelhaare.

Fig. 2. Übergangsformen zwischen den kurzen braunen Haaren und den fertilen Paraphysen eines weiblichen Konceptakulums in natürlicher Anordnung von der Mündung nach dem Innern.

An ganz alten Thallusstellen, kurz vor Absterben des Laubes, sinken die Fasergrübchen entweder zusammen, indem die Thallusoberfläche trichterförmig vertieft erscheint, oder es kommt zu einer unregelmäßigen Erweiterung des Hohlraumes. Die braunen Haare scheinen bisweilen, offenbar durch Absterben ihrer Gipfelteile, sich inzwischen verkürzt zu haben. Einen gewebeartigen Verschluß der Fasergrübchen habe ich sie weder in diesem, noch in jüngeren Stadien bilden sehen.

Auf die Beschreibung der braunen Zellfäden bin ich besonders genau eingegangen, da sie uns noch weiter beschäftigen werden. Zunächst wollen wir uns aber den Haarbildungen der Konceptakeln

etwas näher zuwenden. Bekanntlich sind die inneren Wandungen der Konceptakeln dicht mit Haaren (Paraphysen) besetzt, zwischen bzw. auf denen die Oogonien und Antheridien verteilt sind. Zwar wird in der Literatur auf das besonders reichliche Vorkommen von sterilen und unverzweigten langen Haaren an der Konceptakelmündung hingewiesen, trotzdem habe ich nähere Angaben über eine genauere Unterscheidung verschiedener Haartypen nicht finden können.

Die zuletzt erwähnten, unverzweigten Haare sind farblos und ragen büschelförmig aus der Mündung des Konceptakulums heraus. Ihre Zellen sind streng zylindrisch, an den älteren Teilen lang gestreckt und inhaltsarm. Mit einem basalen Vegetationspunkt versehen, sind sie unschwer als jene langen Haare wiederzuerkennen, die wir als charakteristisch für die Fasergrübchen kennen. Bemerkenswert ist, daß sie auf eine verhältnismäßig schmale Zone der Konceptakelmündung beschränkt sind; weiter im Innern kommen sie nie vor. An älteren Thallusteilen sind sie außen meist abgestorben, während im Innern der Konceptakeln noch Fortpflanzungsorgane produziert werden. Ganz anders sind die übrigen Haare ausgebildet, von denen hinlänglich bekannt ist, daß sie bei den männlichen Individuen reichlich verzweigt sind und Antheridien tragen, bei den weiblichen dagegen für gewöhnlich einfach bleiben, seltener dagegen Verzweigungen bilden. Die Zellen erweisen sich bei beiden, abgesehen von häufigen individuellen Unterschieden, ziemlich ähnlich; sie sind mehr oder minder tonnenförmig erweitert und haben meist schief stehende Querwände. Sehr kleine Chromatophoren sind stets, wenn auch in geringer Zahl vorhanden, auch fehlen ihnen die, übrigens auch in den farblosen Haaren vorkommenden, offenbar als Fucosan anzusprechenden Körnchen nicht. Die Haare wachsen, der Hauptsache nach, interkalar; ein typischer basaler Vegetationspunkt findet sich nie.

Neben den zwei, durchaus voneinander verschiedenen Haarformen findet sich in jedem Konceptakulum noch ein dritter Typus von Haaren, und diese sind dieselben braunen, inhaltsreichen Zellfäden, die durch eigenartige Gestalt in den Fasergrübchen auffielen. Sie finden sich ausschließlich an der Mündung des Konceptakels in nicht sehr erheblich großer Zahl, und zwar auf der Grenze zwischen der Zone der farblosen Büschelhaare und den übrigen Paraphysen, mit ersteren teilweise untermischt. Auf eine eingehendere Beschreibung kann hier füglich verzichtet werden, nur sei hervorgehoben, daß sie an einem reifen Konceptakulum bereits aus einer Anzahl von Zellen bestehen. Sehr wichtig ist nun der Umstand, daß dieser Haartypus zwar in ganz scharfem

Gegensatz zu den farblosen Büschelhaaren steht, nach innen zu aber allmählich in die Paraphysen übergeht, wobei die verschiedensten Zwischenformen zutage treten (conf. Fig. 2). Die Umwandlung beginnt zuerst in der Basalpartie der Haare, indem daselbst die Zellen sich zu strecken beginnen und inhaltsarm werden und andere Gestalt annehmen. In vorgeschritteneren Fällen sieht man eine lange Paraphyse typisch ausgebildet bis auf den Spitzenteil, dessen Zellen wieder kurz gedrungen und dicht gefüllt mit körnigem, durch zahlreiche Chromatophoren braun gefärbtem Inhalt sind. Sehr häufig sitzen sie als ein- bis mehrzelliges Knöpfchen den Paraphysen auf. Die verschiedensten Entwicklungsstadien kommen nebeneinander vor und zwar von der Mündung nach dem Konceptakelinnern die fortgeschrittenere Umwandlung exemplifizierend. Der Übergang erfolgt bei männlichen und weiblichen Konceptakeln in gleicher Weise. Die Streckung der Basalpartie der Haare erfolgt durch interkalares Wachstum; daselbst sind auch die Teilungsvorgänge z. T. noch an den häufig vorkommenden Zellzwillingen, die jedesmal von einer Mutterzelle abstammen, zu erkennen. Nachträgliche Veränderungen scheinen nicht einzutreten, denn ältere und jüngere Konceptakeln ließen keine wesentlichen Unterschiede mehr erkennen.

Die vorstehenden Beobachtungen liefern ein weiteres Argument für die allerdings schon in anderer Weise durchaus gesicherte Annahme der Homologie zwischen Fasergrübchen und Konceptakeln. Sie gestatten uns aber noch einen weiteren Einblick in die Art der Umwandlung, indem sie in engerem Sinne eine Homologie zwischen bestimmten Haargebilden der beiden genannten Organe feststellen. Die fertilen Haare der Konceptakeln und die braunen Zellfäden der Fasergrübchen sind morphologisch gleichwertige Organe; die einen sind aus den andern hervorgegangen. In welcher Richtung die Umwandlung stattgefunden hat, läßt sich allerdings nicht feststellen, denn die schon von verschiedenen Seiten aufgeworfene Frage, ob die Fasergrübchen oder die Konceptakeln die primären Gebilde darstellen, wird hierdurch nicht entschieden[1]). Auch die nähere Verwandtschaft der fertilen Haare der männlichen und weiblichen Konceptakeln wird hierdurch noch hervorgehoben. Letztere haben zwar in engerem Sinne mit der Oogonienbildung nichts zu tun, da diese selbständig aus der Konceptakelwand zwischen jenen hervorgehen. Tatsächlich wird auch das Einzeloogonium dem Antheridienstande (OLTMANNS S. 521) bzw. dem

1) OLTMANNS, Morphologie und Biologie der Algen, 1904, S. 517

Antheridium (BOWER S. 48)[1]) gegenübergestellt. Es sei daran erinnert, daß die Oogonien von *Sarcophyeus* ebenso wie die Antheridien einem verzweigten Fadensystem aufsitzen. Mit dieser Auffassung scheint nun allerdings die oben angeführte Beobachtung im Widerspruch zu stehen, wenn anders man nicht eine weitere Umwandlung annehmen wollte. Sollte es in diesem Zusammenhange kein Zufall sein, daß man so außerordentlich häufig direkt neben dem Oogonfuß ein oder mehrere Paraphysen entspringen sieht, wie dies auch auf den THURETschen Bildern[2]) hervortritt? Obwohl mir geeignetes, entwicklungsgeschichtliches Material augenblicklich nicht zur Verfügung steht, würde ich mir vorstellen können, daß der Oogoniumstiel zu einem Verzweigungssystem von Zellfäden gehört, dessen Basalglieder in dem lockeren, fast plektenchymartigen Gewebe der Konceptakelwandung verborgen liegen, dessen sterile Teile aber als Paraphysen hervortreten. Ähnliche Zusammenhänge zwischen Sporangien und braunen Zell-(Assimilations-)Fäden finden sich ja tatsächlich bei manchen Braunalgen; ich verweise auf die Abbildungen in REINKEs Algenatlas von *Chordaria divaricata* (T. 39 Fig. 10 und 11), *Stilophora tuberculosa* (T. 36 Fig. 6) oder *Spermatochnus paradoxus* (T. 35 Fig. 1 und 7). Genauere Beweise müßten natürlich erst zu erbringen sein.

Ähnlich wie beim Blasentang läßt sich eine gleiche Differenzierung der Haare bei *Fucus serratus* feststellen; in Anbetracht der Ähnlichkeit der Zellformen erübrigt sich eine genauere Beschreibung.

Welche Funktion die braunen Zellfäden in den Fasergrübchen zu erfüllen haben, ist nicht ganz leicht zu beantworten. Daß sie unter gewöhnlichen Umständen jedenfalls nicht einen Verschluß der Grübchen im Alter bewirken, war schon früher betont worden. Anderseits läßt sich feststellen, daß sie ebenso, wie die Wandungszellen im Halsteil dauernd Schleim absondern. Namentlich die Endzelle, doch auch ihre nach unten folgenden Nachbarn sind mit geschichteten Schleimmassen umgeben. Da die gleiche Funktion aber bekanntlich von allen freien Oberflächenzellen ausgeübt wird, so dürfte ihr Hauptzweck schwerlich in dieser Funktion aufgehen. Der reichliche Zellinhalt und die abgerundete Form der Endzelle bzw. -zellen brachte mich zeitweilig auf den Gedanken, ob nicht vielleicht ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane vorlägen, die allerdings entsprechend dem rudimentären Eindruck des ganzen Gebildes nicht mehr funktionstüchtig wären. Derartige Zellen

1) BOWER, On the development of the Conceptacle in the *Fucaceae*. Journal of microscop. science 20, 1880.

2) THURET ET BORNET, Etudes phycologiques, Paris, 1878.

kultivierte ich einige Zeit im hängenden Wassertropfen, ohne allerdings irgendwelche Wachstumserscheinungen wahrnehmen zu können. Sie starben nach einiger Zeit ab.

Am plausibelsten erscheint sie jener Form von chromatophorenhaltigen Paraphysen zuzuzählen, die von REINKE[1]) als Assimilationsfäden bezeichnet werden, und bei Braunalgen der verschiedensten Klassen eine außerordentlich häufige Erscheinung darstellen. Letztere weisen nicht selten eigenartige Zellformen auf, und es läßt sich nicht leugnen, das beispielsweise die von *Soranthera* (ich halte mich an die Reproduktion bei OLTMANNS l. c. S. 375) eine gewisse Ähnlichkeit mit unseren erkennen lassen. Allerdings sind die von *Fucus* niemals so regelmäßig und gleichförmig gebaut, wie die der eben erwähnten, sowie der übrigen braunen Algen, soweit ich sie aus Abbildungen erkennen kann. Dagegen gehört die Derbwandigkeit und Schleimbildung zu den Charakteren, die sich auch bei andern Algen z. B. *Laminaria*, *Chorda* usw. wiederfinden (OLTMANNS S. 459). Mit der Funktion der Assimilation hängt offenbar auch die örtliche Beschränkung der Haare auf die Mündung der Konceptakeln zusammen, ja bis zu einem gewissen Grade mag die Umwandelung in die fertilen Haare bzw. in umgekehrter Richtung unter dem Einfluß der nach dem Thallusinnern abnehmenden Beleuchtung stehen. Als primäre Ursache kann diese allerdings nicht in Betracht kommen, da noch tiefer liegende Gewebe, wie z. B. die Konceptakelwandung usw. wieder reichlicher Chromatophoren führen.

OLTMANNS erwägt auf S. 517 seines Buches die Verwandtschaftsverhältnisse der Fucaceen und weist besonders auf die primitiven Haargruben (Chryptostomata) von *Hydroclathrus*, *Soranthera* u. a. als eventuelle Vorläufer der Konceptakeln und Haargrübchen hin. Ohne auf diese Frage und die Ansichten anderer Autoren eingehen zu wollen, möchte ich jedoch den Hinweis nicht unterlassen, daß mir eine nähere Untersuchung unserer Haargebilde an andern Fucaceen für diese Frage sehr aussichtsvoll erscheint. So viel steht jedenfalls fest, daß die Ähnlichkeit der Haargrübchen unseres *Fucus* mit den Chryptostomaten der oben genannten Algengruppe durch sie nicht unwesentlich gesteigert wird. Leider ist für eine derartige Untersuchung die Anwendung frischen Materials durchaus unerläßlich, wie ich es außer den schon erwähnten *Fucus*-arten nicht zur Verfügung hatte.

1) Atlas deutscher Meeresalgen, Kiel 1889—92.

43. Friedrich Hildebrand: Über Blütenveränderungen bei Cardamine pratensis und Digitalis ferruginea.

(Eingegangen am 8. Juli 1910.)

1. Cardamine pratensis.

Im Frühjahr 1881 fand ich im Mooswald bei Freiburg i. B. ein Exemplar von *Cardamine pratensis*, in dessen Blüten die 4 Blumenblätter durch Staubgefäße vertreten waren, so daß diese Blüten also 10 Staubgefäße und keine Blumenblätter besaßen. Ich gab hiervon im Botanischen Centralblatt 1881 Nr. 20 eine kurze Beschreibung und nahm das mit mehreren, ganz gleichartigen Blütenständen versehene Exemplar in Kultur.

Seitdem habe ich dies Exemplar und seine aus dessen auf die Erde gelegten Blättern erzogenen Nachkommen in unausgesetzter Beobachtung gehalten. Ungeachtet ich seine nur untauglichen Pollen besitzenden Blüten mehrere Jahre hintereinander mit dem Pollen normalblütiger Exemplare der *Cardamine pratensis* bestäubte, fand doch nie eine Bildung von Früchten mit Samen statt, allenfalls ein schwacher Ansatz zu ersteren, welcher bald vertrocknete. Anstatt dessen bildeten sich an der Achse der Blütenstände ziemlich zahlreiche Sprosse mit kurzen Achsen aus, welche gleichfalls zur Vermehrung der abnormblütigen Pflanze benutzt wurden.

An allen diesen aus ungeschlechtlicher Vermehrung hervorgegangenen Pflanzen beobachtete ich nun, wenn sie zur Blüte kamen, ebenso wie bei dem Stammexemplar allein die abnormen Blüten. Nur ein einziges Mal sah ich einige wenige normale Blüten erscheinen, notierte hierüber aber nichts Näheres [1]), indem damals die Beobachtungen über die Veränderungen, welche an den Pflanzen vorkommen, noch nicht so sehr an der Tagesordnung waren.

Vor mehreren Jahren fing ich dann an, Versuche zu machen, um die abnormblütigen Pflanzen von *Cardamine pratensis*, welche bis dahin immer in Töpfen kultiviert worden waren, zur Bildung normaler Blüten zu bringen. Ich setzte die einen großer Austrocknung aus, andere wurden in stetiger Nässe kultiviert, aber

1) Nach Absendung des Manuskripts fand ich, daß ich doch über diese Umänderungen in PRINGSHEIMS Jahrb. 1886 S. 640 eine nähere Mitteilung gemacht habe.

keine von beiden Behandlungen hatte Einfluß, alle Exemplare bildeten nur die abnormen Blüten. Hierauf setzte ich von jenen Pflanzen im Sommer von 1908 drei dicht nebeneinander ins freie Land. Zwei von diesen Pflanzen brachten nun im Frühjahr von 1909 weiter nur abnorme Blüten hervor; an der dritten hingegen, welche üppiger als die ersteren in dem offenen Boden wuchs, erschienen Anfang April mehrere sehr stark verzweigte Blütenstände mit vollständig normalen Blüten; Übergangsstufen zu den abnormen waren nicht zu finden. Erst gegen Ende des Monats traten an der einen Seite der Pflanze an ihrem Grunde sechs schwächere Blütenstände auf, welche nur die abnormen Blüten zeigten. Die genaue Untersuchung ergab, daß beiderlei Blütenstände einem und demselben Pflanzenstock angehörten und daß nicht etwa am Grunde des abnormblütigen Exemplars sich ein normalblütiges eingenistet hatte. Es war hier also ein offenbarer Rückschlag zur normalen Pflanze nach Verlauf von 28 Jahren eingetreten und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach infolge der veränderten Kulturweise und des Bietens von mehr reichlicher Nahrung. Dieser Rückschlag trat nun in diesem Frühjahr, 1910, noch stärker auf. Das in Rede stehende Exemplar hatte sich noch stärker verbuscht, als im Jahre zuvor. Es entwickelte zuerst Blütenstände — nicht weniger als 40 an Zahl, welche dazu noch sehr stark verzweigt waren —, die nur normale Blüten trugen. Nur an der einen Seite der Pflanze traten zugleich mit den normalblütigen Blütenständen zwei schwächliche Blütenstände mit abnormen Blüten auf. — Ungeachtet die beiden anderen Pflanzen, welche dicht neben der soeben besprochenen im freien Lande standen, stärker als in den Jahren vorher wuchsen, so trugen sie doch nur abnorme Blüten. Es hätte hiernach die veränderte Kulturweise nur bei einem der Exemplare den Rückschlag zur Bildung normaler Blüten zur Folge gehabt. Auch bei zwei anderen abnormblütigen Pflanzen, welche an einem schattigen Ort, entfernt von letzterer ins freie Land gesetzt worden waren, hatte dies nur ein stärkeres Wachstum bewirkt, nicht eine Rückkehr zu normalen Blüten.

Es lag nun nahe zu erproben, wie sich die etwa aus den normalen Blüten des früher durchweg nur abnormblütigen Exemplars sich bildenden Sämlinge verhalten würden. Obgleich nun jene Blüten sehr zahlreich waren, so setzten sie doch nicht sehr zahlreiche Früchte, etwa nur den dritten Teil von den, an normalen Pflanzen sich bildenden, an, und es entstanden in diesen Früchten auch nicht so viele Samen, wie in Früchten der normalen Pflanzen von *Cardamine pratensis*. Die Ursache hierzu war wahrscheinlich

die, daß die Blüten von *Cardamine pratensis* selbststeril sind[1]) und daß die Bestäuber bei dem Besuch jener normalen Blüten des früher nur abnormblütigen Exemplars nur zu einigen Pollen von den auf dem benachbarten Rasen stehenden Pflanzen der *Cardamine pratensis* gebracht hatten.

Beiläufig sei hier bemerkt, daß neben mehreren anderen Cruciferen auch *Cardamine resediflora*[2]) selbststeril ist, was sich daraus ergab, daß seit mehreren Jahren in der alpinen Anlage meines Gartens ein allein hier vorhandenes Exemplar derselben üppig blühte, aber niemals Frucht ansetzte, ungeachtet es von Bestäubern mehrfach besucht wurde.

Es wurden nun diese vorher genannten Samen der früher nur abnormblütigen *Cardamine pratensis* sogleich nach ihrer Reife Anfang Juni ausgesät; es gingen aber im Laufe des Juni nicht viele Sämlinge auf, was wohl anzeigt, daß die Pflanze, an welcher die Samen in den normal gebauten Blüten sich gebildet hatten, noch nicht ganz zum normalen Zustand zurückgekehrt war. Von den genannten Sämlingen kamen nun an 30 in diesem Frühjahr von 1910 zur Bildung reichlicher Blüten, und diese unterschieden sich in allen Exemplaren in keiner Weise von denen der normalen *Cardamine pratensis*, so daß nunmehr jenes abnormblütige Exemplar dieser Art, welches ich im Jahre 1881 auffand und in Kultur nahm,

---

1) Ber. d. D. Bot. Ges., 1906, S. 325.

2) Mancher wird sich vielleicht wundern, daß oben nicht *resedaefolia* steht; es wäre dies aber durchaus falsch, ebenso unrichtig, wie wenn man *hederaefolius, sagittaefolius, rosaeflorus* usw. schreibt. Des Wohlklanges wegen ist ja im Lateinischen das nach den sonstigen Regeln zu erwartende *ae* des Genitivs in ein *i* verwandelt und zwar mit großer Berechtigung; man denke nur an das schreckliche Wort *dionaeaefolius*. In einigen Fällen wird von allen die richtige Schreibweise angewandt, z. B. bei *Campanula persicifolia*, wo es wohl niemandem einfällt, *C. persicaefolia* zu schreiben. Wenn aber *persicifolius* richtig ist, so muß es auch *hederifolius, sagittifolius* usw. heißen. — Bei dieser Gelegenheit sei hier noch eine andere Sache berührt, nämlich die, daß man die Speciesnamen, welche von irgend einer Person hergenommen sind, sehr verschieden gebildet findet, man schreibt teils *Abutilon Darwinii*, teils *A. Darwini*, *Impatiens Holstii* und *I. Holsti* usw., dies geht ganz wunderbar durcheinander. Aber nur eine Schreibweise ist richtig, nämlich: *A. Darwinii* und *I. Holstii* usw., da im Lateinischen Darwin nicht Darwinus sondern Darwinius heißt. Die beiden erwähnten Übelstände erscheinen zwar kleinlich, es ist aber doch vielleicht angebracht, auf dieselben einmal aufmerksam zu machen, zumal manche sehr genau darauf achten, daß andere aus dem Griechischen und Lateinischen genommene Bezeichnungen richtig gebildet seien. Wenn in berühmten Werken, z. B. dem Index Kewensis, die beiden oben genannten Fehler gemacht sind, so kann das doch kein Grund für andere sein, diese Fehler nachzumachen.

schließlich doch wieder in einem seiner auf ungeschlechtlichem Wege entstandenen Nachkommen zum normalen Zustande zurückgekehrt ist.

Besonders interessant ist es, daß einstweilen nur das eine Exemplar den Rückschlag gezeigt hat, während an den anderen, vollständig gleichartig behandelten noch keine Spur hiervon zu bemerken war.

2. *Digitalis ferruginea.*

Jene Pflanze von *Digitalis ferruginea*, welche im Jahre 1903 eine ganze Musterkarte von Abnormitäten in ihren Blüten bildete[1]) und dann wieder ganz ähnliche Mißbildungen zeigte, als sie im Jahre 1905 noch einmal zum Blühen kam[2]), wurde bei letzterem wiederum nicht durch Bildung von Früchten erschöpft, indem solche gar nicht erschienen, und es bildete sich nun noch wieder eine neue Blattrosette seitlich am Grunde der Pflanze. Ich versetzte nun das interessante Exemplar im Herbst von 1909 in meinen Garten in einen sehr nahrhaften Boden, um zu erproben, ob noch einmal an der Pflanze sich die früher zweimal beobachtete Bildung abnormer Blüten zeigen würde. Im Jahre 1908 bildete sich aber die Blattrosette nur noch stärker aus, ohne in einen Blütenstand überzugehen, was sie erst im Jahre 1909 tat. Dieser Blütenstand zeigte nun keine Spur von abnormer Blütenbildung. Die Blüten, welche an der Hauptachse und an deren unten auftretenden Seitenzweigen in sehr großer Anzahl auftraten, waren alle vollständig normal gebaut. Sehr in die Augen fallend war es nun, daß diese Blüten von Bienen ungemein stark besucht wurden, was bei den früheren, nur abnormen Blüten derselben Pflanze niemals der Fall war. Infolge dieses Besuches und der dabei vollzogenen Bestäubung der Blüten des in Rede stehenden Exemplars untereinander kam es nun zu einem sehr reichen Fruchtansatz. Da kein anderes Exemplar von *Digitalis ferruginea* im Garten und in der Nachbarschaft vorhanden war, so ist demnach diese Pflanzenart nicht selbststeril, wie die oben besprochene *Cardamine pratensis*. Nach diesen im Jahre 1909 eintretenden Erscheinungen war nun also das in Rede stehende Exemplar von *Digitalis ferruginea* in den normalen Zustand dieser Art zurückgekehrt, was nun allem Anschein nach wie bei der oben besprochenen *Cardamine pratensis* damit zusammenhing, daß dasselbe durch Versetzung in einen anderen, nahrhafteren Boden anderen Lebensbedingungen ausgesetzt worden war.

1) Beihefte des Bot. Centralblatts, 1904, S. 347.
2) Berichte d. D. Bot. Ges., 1907, S. 80.

Da sich nun voraussehen ließ, daß die Pflanze durch Ausreifung der in Menge angesetzten Früchte erschöpft werden würde, so schnitt ich im Juli den ganzen stark verzweigten Fruchtstand bis zur Basis ab. Der Zeitpunkt war aber schon ein zu später, denn es bildete sich am Grunde der Pflanze kein neuer Sproß aus, alle Blätter am alten verdarben im Herbst, und als die Pflanze im Frühjahr von 1910 in ihrem unteren, in der Erde bedeckt liegenden Teil untersucht wurde, zeigte sich hier nur ein ganz schwacher Seitentrieb, welcher alsbald zugrunde ging, so daß hiernach das betreffende Exemplar, welches in ähnlicher Weise sich kaum wieder bilden wird, zugrunde gegangen ist. Es war demnach der Versuch, es durch Unterdrückung der Bildung von Samen am Leben zu erhalten, ein vergeblicher, und man könnte vielleicht bedauern, daß ich die Samen an der betreffenden Pflanze nicht zur Reife gelangen ließ, um hierbei zu erproben, ob sich die Eigenschaften, welche die Pflanze in früheren Jahren zeigte, auf ihre Nachkommen fortpflanzen würden. Schwerlich wäre dies aber der Fall gewesen; dies kann man im Hinblick darauf annehmen, was sich, wie oben angeführt wurde, an den Sämlingen von *Cardamine pratensis* zeigte, nachdem eine der früher abnormblütigen Pflanzen derselben zur Bildung normaler Blüten zurückgekehrt war.

44. Friedrich Hildebrand: Umänderung einer Blütenknospe in einen vegetativen Sproß bei einem Phyllocactus.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 8. Juli 1910.)

Schon mehrfach sind bei Cactaceen endständige Blüten beobachtet worden[1]). Zufällig nahm ich nun von einer *Phyllocactus*-Art, um dieselbe zu vermehren, einen Zweig, welcher mir erst nach dem Einpflanzen zeigte, daß er eine endständige Knospe von einer Blüte besaß. Daß diese Knospe wirklich die Anlage zu einer Blüte war, zeigte sich deutlich daran, daß sie drehrund und mit spiralig gestellten Schuppenblättern bedeckt war. Es ließ sich nun nach sonstigen Erfahrungen erwarten, daß diese Blütenknospe bald nach dem Einpflanzen des Stecklings abfallen würde; es zeigte sich

1) PENZIG, Pflanzenteratologie I, S. 506.

aber alsbald an ihr ein weiteres Wachstum, jedoch nicht in der Weise, daß hier sich eine normale Blüte ausbildete, vielmehr wuchs die deutliche Anlage zu einer solchen in einen vegetativen Sproß aus, welcher in der beifolgenden Abbildung in etwas verkleinertem Maßstabe dargestellt ist. Dieser in seinem unteren Teile dreh-

rund bleibende, ringsum beblätterte Sproß wurde bis Anfang September 18 cm lang und ging nach oben allmählich in einen flachen Sproß aus. Seine unteren lanzettlichen Blättchen rückten, je höher sie standen, desto weiter durch Streckung der Achse, an welcher sie saßen, auseinander, und bogen sich mit ihrer Spitze von der drehrunden Achse zurück; die weiter nach oben stehenden waren immer kürzer und kürzer und standen auch weniger von der Achse ab. Endlich waren solche Blättchen am oberen flachen Teile des Sprosses nur ganz schwach angedeutet, denn die Vor-

sprünge, welche an den scharfen Rändern des Flachsprosses in der beifolgenden Abbildung sich zeigen, sind nicht etwa reduzierte Blätter, sondern dadurch entstanden, daß die Achse unterhalb der Stellen, wo die ganz kleinen Anlagen zu Blättern auch am normalen vegetativen Sproß sich zeigen (siehe die rechts stehende Abbildung, welche den unteren Teil des Sprosses zeigt, an dessen Ende sich die Umwandlung der Blütenknospe in einen negativen Sproß vollzog) etwas angeschwollen ist. Durch diese Vorsprünge der Achse macht das Phyllocladium den Eindruck eines am Rande gekerbten Blattes.

Um nun zu versuchen, ob eine solche Umbildung, wie sie soeben beschrieben wurde, sich noch einmal hervorrufen lassen würde, machte ich in diesem Frühjahr von verschiedenen *Phyllocactus*-Arten Stecklinge, welche mit Blütenknospen versehen waren, die sich auf verschiedenen Entwicklungsstufen befanden; aber alle diese Knospen fielen ausnahmslos ab, oder entwickelten sich, wenn sie schon sehr weit ausgebildet waren, zu normalen Blüten. Daß keine der jüngsten Knospen sich zu einem vegetativen Zweige umbildete, hing möglicherweise damit zusammen, daß dieselben alle seitenständig waren; keine war, wie in dem oben beschriebenen Fall, endständig.

Ob ein ähnlicher Fall von Umbildung einer Blütenknospe in einen vegetativen Sproß an anderen Cactaceen schon beobachtet und auch schon beschrieben ist, muß ich dahingestellt sein lassen; jedenfalls ist der vorliegende ein schönes und auffälliges Beispiel für die Umwandlung einer Anlage zur geschlechtlichen Fortpflanzung in einen vegetativen Sproß. Im vorliegenden Falle wurde diese Umwandlung wahrscheinlich dadurch herbeigeführt, daß die Ernährungsverhältnisse an dem besprochenen Pflanzenteile andere geworden waren, indem derselbe von der Stammpflanze getrennt und nach dem Einpflanzen durch Bildung von Wurzeln kräftiger ernährt worden war.

45. Arthur Meyer: Die Vorvegetation der Pteridophyten, der Gymnospermen, Angiospermen und Bryophyten. Eine Hypothese.

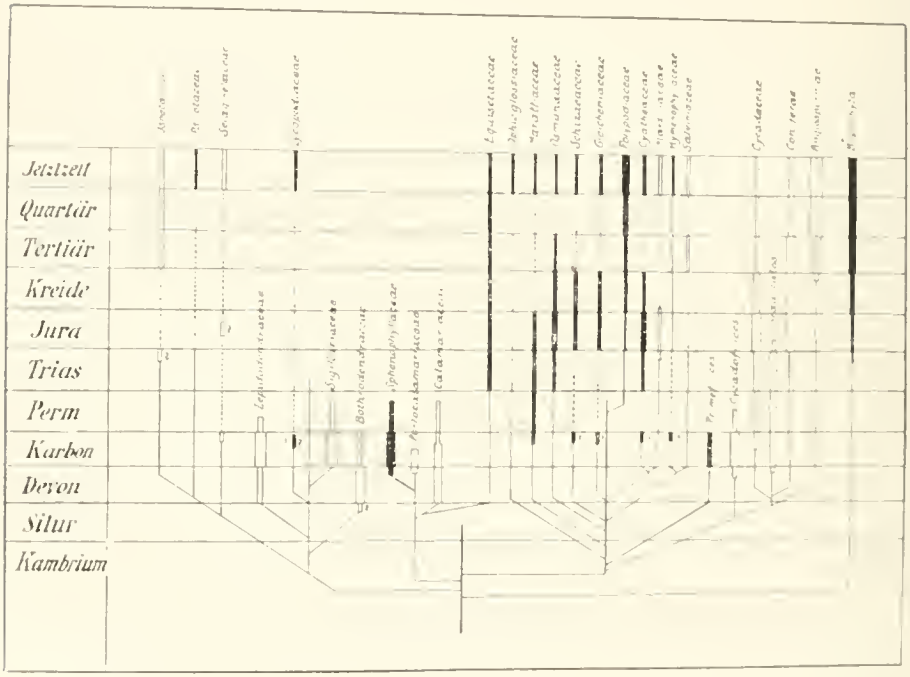
(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 10. Juli 1910.)

Die wichtigste Grundlage der hier vorzutragenden Hypothese bildet eine Summe von paläontologischen Tatsachen, von denen ich annehme, daß sie so weit schon den wahren Sachverhalt kennzeichnen, daß spätere Forschungen kein für meine Hypothese verhängnisvolles Tatsachenmaterial liefern werden. Das setze ich auch einstweilen bezüglich unserer Kenntnisse des Silurs und des Kambriums voraus, wenn ich auch glaube, daß im einzelnen uns die weitere Erforschung dieser Formationen noch viel Neues bringen wird.

Ich habe die in Rede stehenden Tatsachen teilweise in der Figur (S. 304) versinnbildlicht. Aus dieser ersieht man zuerst, in welchen Formationen Reste der verschiedenen Sippen der Angiospermen, Gymnospermen, Pteridophyten und Moose gefunden worden sind. So findet man, daß Reste der Angiospermen von der Kreide bis zur Jetztzeit vorkommen, daß Sphenophyllaceenreste im Devon, Karbon und Perm vorgefunden wurden usw. Zweitens zeigt uns die Tabelle, daß im Kambrium keine der uns interessierenden Pflanzen aufgefunden wurden, auch keine solchen, die man als direkte Vorfahren der im Silur auftretenden, hoch entwickelten Bothrodendraceen betrachten könnte. Es ist dazu zu bemerken, daß die glatten, schwarzen Linien, welche am unteren Ende der Sippen endigen und ein eigenes Verzweigungssystem bilden, einstweilen außer acht gelassen werden müssen, da sie nichts Tatsächliches darstellen. Die Tabelle deutet uns auch die wichtige Tatsache an, daß zwischen den Resten der großen Sippen der Angiospermen, der Gymnospermen, der Lepidodendraceen usw. sich keine solchen finden, die man als Übergangsglieder zwischen zwei der großen Sippen betrachten könnte. Besonders scharf tritt uns diese Tatsache bei den Moosen und bei den Angiospermen entgegen, von denen aus es zu keiner anderen Gruppe, die schon vor ihnen gelebt hat, Übergänge gibt.

Außer diesen Tatsachen, welche in der Tabelle angedeutet sind, ist als wichtige Voraussetzung für unsere Hypothese der Satz zu betrachten, daß seit der Kambriumzeit wenigstens eine Neuentstehung von Organismen nicht möglich war. Dieser Satz ist nicht zu beweisen, aber es wird wohl keinen mit dem Wesen der Zelle vertrauten Gelehrten mehr geben, der diesem Satze nicht zustimmt. Noch NÄGELI konnte 1884 sagen (S. 15): „Die Urzeugung findet auch jetzt noch statt" — und konnte danach auch



annehmen, es seien in allen Perioden der Erdentwickelung Organismen neu entstanden. Die genauere Kenntnis des Baues und Wesens der Zelle, dieser höchst komplizierten Flüssigkeitsmaschine, verbietet es uns, jetzt anzunehmen, daß sie unter Verhältnissen entstehen könne, die den jetzt auf der Erde herrschenden relativ ähnlich sind.

Fassen wir die mitgeteilten Grundlagen ins Auge und stellen wir uns dabei auf den Standpunkt der Deszendenzlehre, so muß es uns zuerst durchaus rätselhaft erscheinen, daß im Kambrium, aus welchem mehr als tausend Tierspezies bei einer ungeheuren Individuenzahl der Trilobiten erhalten sind, keine der vom Silur

an so unvermittelt auftretenden, hoch entwickelten Pteridophyten-Sporophyten gefunden wurden.

Die Silurpteridophyten sind schon so erhaltungsfähige Pflanzen, daß wir nicht annehmen können, die Konservierung von Resten dieser Organismen sei zufällig während der ungeheuer langen Kambriumperiode nicht erfolgt.

Ebenso unerklärlich erscheint uns das unvermittelte Auftreten der hoch entwickelten Sippen im Silur und Devon, wie das der Lepidodendraceen, der Calamariaceen, der Cycadofilices usw.

Auch das plötzliche Abbrechen der Angiospermen usw. am älteren Ende und das Fehlen von Übergängen zu irgend einer anderen, älteren Sippe erscheint wunderbar. Kaum können wir uns wohl heute noch mit der Annahme zufrieden geben, daß die betreffenden Zwischenformen alle nicht erhalten seien.

Wesentlich zur Erklärung dieser Tatsachen soll nun meine Hypothese von der Vorvegetation dienen. Diese nimmt folgendes an. Alle Pteridophyten, Gymnospermen, Bryophyten und Angiospermen der Jetztzeit und alle diesen Sippen zuzurechnenden ausgestorbenen Pflanzen stammen von einer Sippe kleiner Pflanzen ab, die bis zur Kreidezeit vorhanden war, von der aber, da alle zu dieser Sippe gehörenden Individuen sehr zart und hinfällig waren, nichts oder sehr wenig konserviert worden ist. Diese Sippe entstand vielleicht im Kambrium aus Süßwasseralgen und differenzierte sich, wie es in der Tafel angedeutet ist, in verschiedene Untersippen. In der Tafel stellen die glatten Striche, die vom Kambrium aus stammbaumartig verlaufen, und sich an die Zeichen für die Angiospermen, Koniferen usw. ansetzen, den Stammbaum dieser Sippe, welche ich Vorvegetation nenne, dar.

Diese Vorvegetation bestand also im allgemeinen aus sehr kleinen, den normalen Prothallien unserer Polypodiaceen, dann auch den Jugendformen der Gamophyten der Laubmoose, oder den jungen, noch rein vegetativen, nur aus verzweigten Zellfäden bestehenden Gamophyten mancher *Trichomanes*arten ähnelnden Pflänzchen, welche aus dem Synarch noch keinen Sporophyten, sondern vielleicht nur eine synarche Spore oder ein synarches Sporangium entwickelten, mit Sporen, die wieder direkt Individuen der Vorvegetation den Ursprung gaben.

Bei relativer Gleichartigkeit der einfachen Morphologie differenzierten sich diese Pflänzchen in den verschiedenen Erdperioden doch sehr verschiedenartig, und die verschiedenen Zweige der Sippe wurden nun in den verschiedenen Erdperioden zu den

verschiedenen Pflanzengruppen, die sich in unserer Tafel an sie ansetzen. Die Differenzen, welche in den Zweigen der Vorvegetation schon vorhanden waren, traten für uns scharf hervor, als diese Zweige schnell in einzelnen oder zahlreichen Individuen so mutierten, daß statt der synarchen Spore ein paläontologisch erhaltungsfähiger Sporophyt aus dem Synarch hervorging.

Aber innerhalb der so aus der Vorvegetation entstandenen Sippen arbeiteten Mutation und Selektion nun auch an dem synarchen Abschnitte der Individuen, dem Sporophyten, so daß eine reiche Differenzierung der großen Sippen, z. B. der Angiospermen in Familien usw. eintrat.

Gerade infolge der hohen Differenzierung der Sporophyten und der genauen Anpassung dieser komplizierten Individuen an bestimmte Verhältnisse, mußten die sporophytenbildenden Zweige der uns interessierenden Pflanzengruppe aussterben, sobald ein etwas stärkerer Wechsel der auf die Pflanzen einwirkenden Verhältnisse auf der Erde eintrat. So mußten z. B. im Perm eine ganze Reihe von Gamo-Sporophyten-Sippen zugrunde gehen, während eine ganze Reihe von Zweigen der aus einfachen, kleinen, anpassungsfähigen Individuen bestehenden Vorvegetation erhalten bleiben konnten. Sie gaben später jüngeren Sippen von Gamo-Sporophyten den Ursprung, so z. B. in der Kreidezeit zuletzt den Angiospermen.

Es ist durchaus berechtigt anzunehmen, daß die höhere Differenzierung der Sporophyten diese weniger widerstandsfähig gegen starken Wechsel der Verhältnisse macht. Sie sind eben in komplizierter Weise durch ihre komplizierte Anatomie und Physiologie an ganz bestimmte Verhältnisse, unter denen sie Bedeutendes an Wachstum und Vermehrung leisten können, angepaßt und dadurch gegen Wechsel der Verhältnisse empfindlicher als einfacher organisierte Pflanzen. Wir wissen ja auch, daß tatsächlich keine hoch organisierte Pflanze so hohe Temperaturmaxima und Minima besitzt wie einfach gebaute, z. B. die Bakterien.

Es ist auch durchaus berechtigt anzunehmen, daß einer Einfachheit der Organisation der Vorvegetation eine größere Plastizität entsprechen würde. Sind die Zellen gleichwertig und alle für einen relativ einfachen Entwickelungszyklus bestimmt, so gewährt ihre Organisation die Möglichkeit einer relativ großen Verschiedenheit einzuschlagender neuer Entwickelungswege, während die Zelle der höchsten Gamosporophyten für einen komplizierteren Entwickelungszyklus, der nicht nach so vielen Richtungen umformbar ist, konstruiert ist.

Es ist nun zuerst die Frage zu entscheiden, ob zur Kambriumzeit eine Vorvegetation von den angenommenen Eigenschaften auf der Erde vegetieren konnte, ob die klimatischen Verhältnisse und die Verhältnisse der Erdoberfläche derart waren, daß derartige zarte, einen relativ feuchten Standort benötigenden und auf Süßwasser angewiesenen Pflänzchen üppig wachsen konnten. In der Tat lagen im Kambrium die Verhältnisse so, daß man sagen kann: Die Existenz einer derartigen Vegetation war im Kambrium möglich.

Das Kambrium hat einen ungeheuer langen Zeitraum gewährt. Es geht das daraus hervor, daß in Nordamerika die Mächtigkeit der kambrischen Schichten 5000 Meter beträgt (KAYSER, 1908, S. 68). Wie die Temperaturverhältnisse in dieser Zeit waren, wissen wir nicht, doch geht aus der Verteilung und der Natur der Pflanzenwelt des Silurs hervor, daß im Silur die Temperatur auf der ganzen Erde relativ gleichmäßig und relativ hoch war. Viel anders wird es dann wohl auch im Kambrium nicht gewesen sein. Aber es gab dabei sicher auch Orte niedrigerer Temperatur, die vielleicht besonders hoch gelegen waren, denn man kennt Spuren der Vereisung aus dem Kambrium (KAYSER, 1909, S. 73). Ferner war das Klima auch durchaus nicht gleichmäßig feucht, denn das Vorkommen mächtiger, überwiegend rot gefärbter Sandsteine in verschiedenen Niveaus des Kambriums spricht für die weite Verbreitung eines warmen trocknen Wüstenklimas.

Die Grenzen der Kontinente wechselten, doch war ein großer Kontinent, der sich von Nordeuropa über Grönland nach dem nördlichen Europa erstreckte und ein Kontinent, der sich von Afrika über den jetzigen südatlantischen Ozean erstreckte und mit Südamerika zusammenhing, vorhanden. Daß auf diesen Kontinenten bei den besprochenen klimatischen Verhältnissen auch Süßwasser vorkam, ist wohl als sicher anzunehmen, und das Vorkommen von Trockenrissen, von Rippelmarken und Kreuzschichtungen im Sandstein (KAYSER, S. 71, 1908) sprechen auch für das Vorkommen von Binnenseen und von Seichtwasser auf den Kontinenten.

Von sehr großem Interesse für uns ist die Tatsache, daß die Fauna des Kambriums noch durchaus marin war. Land- und Süßwasserbewohner kamen nicht vor (KAYSER, 1908, S. 80). Es spricht das dafür, daß eine bedeutendere Landflora noch nicht vorhanden war, und auch die Süßwasserbecken Tieren noch keine genügenden Existenzbedingungen bieten konnten.

Nach dem, was die Paläontologie über die im Kambrium

herrschenden Verhältnisse lehrt, dürfen wir uns, ohne in Widerspruch mit bekannten Tatsachen zu geraten, folgendes vorstellen.

Während die Pflanzenwelt bisher nur aus algenähnlichen Meeresbewohnern bestand, begann im Kambrium die Besiedelung des Süßwassers und des Landes. Letztere fand von den Rändern der Süßwasserbecken aus statt.

Die erste Besiedelung des Landes mögen wohl Grünalgen, Cyanophyceen, Bakterien vorgenommen haben und daran anschließend, die aus Algen hervorgegangene Vorvegetation, den Boden mit dichtem Fadengewirr bedeckend oder ihre kleinen Assimilationsflächen senkrecht zum einfallenden Lichte stellend und so den Boden feucht haltend.

Zweitens hätten wir die Frage zu beantworten, ob bei Berücksichtigung der bekannten Tatsachen die Annahme wahrscheinlich sei, daß die Vorvegetation so beschaffen gewesen sei, wie wir es annehmen.

Fassen wir zuerst die Pteridophyten in das Auge, so finden wir in den Polypodiaceen eine wohl frühestens am Ende der Permperiode entstandene Gruppe, welche in ihren fossilen Resten sehr gleichmäßig und mit den rezenten Spezies sehr ähnlich erscheint und ebenso eine große Gleichmäßigkeit im Baue ihrer Gamophyten aufweist. Hier haben wir wohl die Berechtigung, anzunehmen, daß die Gamophyten in der Zeit der Entstehung der ersten Polypodiaceen schon so aussahen wie heute. Ähnlich verhält es sich bei den Equisetaceen und Osmundaceen.

Die Gamophyten der genannten Formen sind höchstens ein paar Zentimeter, meist nur wenige Millimeter große Pflänzchen, die mit Rhizoiden am Boden befestigt sind. Auch die Gamophyten anderer Pteridophyten sind, soweit sie autotroph geblieben sind, einfache Assimilationsflächen oder Assimilationsfädensysteme, die nur da, wo Archegonien an ihnen entstehen, mehr oder weniger dicke Polsterchen homogenen Parenchyms bilden. Die nicht autotrophen Prothallien erscheinen alle als Umgestaltungen der autotrophen Formen und kommen für die Schlüsse über die Natur der Vorvegetation nicht in Betracht. BOWER (1908, S. 710) hat eine andere Vorstellung von der Urform der Prothallien der Filicales, doch ist es mir nicht möglich, ihm in seinen Annahmen zu folgen.

Die Gamophyten der ebenfalls ungefähr in der Trias entstandenen Moose zeigen im Einklang mit unserer Hypothese ganz eigenartige Analogien mit den Gamophyten der genannten Pteridophyten. Da sehen wir, daß die Jugendformen der Gamophyten

der meisten Laubmoose den noch rein vegetativen, jungen, fadenförmigen Prothallien der Pteridophyten, wie wir sie z. B. bei *Trichomanes*arten finden, morphologisch wesentlich gleichen. Die Jugendformen der Gamophyten der Laubmoose verraten uns den ungefähren Bau des vegativen Teiles des Zweiges der Vorvegetation, welcher zu den Laubmoosen wurde, und die Analogie zwischen dem Bau mancher Pteridophyten- und dem der Laubmoosgamophyten zeigt uns, daß die Variation in der groben Morphologie der Vorvegetation relativ gering war.

Die Lebermoose geben uns anscheinend kaum noch eine Andeutung über den Bau ihrer Vorvegetation. Der einfachste Gamophyt eines Lebermooses, der männliche Gamophyt von *Sphaerocarpus* ist, obgleich er in seinem rein vegetativen Teile eine sehr kleine einfache Assimilationsfläche vorstellt, doch schon etwas höher organisiert als ein einfaches Polypodiaceenprothallium, und die Jugendformen der höher organisierten Gamophyten oder Lebermoose sind so wenig ausgeprägt, daß man sie kaum als einen abgegliederten Entwickelungsabschnitt betrachten kann; sie sind noch weniger abgegliedert als die Jugendform der herzförmigen Polypodiaceengamophyten, welche anfangs wohl zum Aufsuchen der passenden Lichtintensitäten dienende Zellfäden sind.

Die Lebermoose lehren uns anscheinend deshalb nichts, weil die Umgestaltung hier meist auch die Jugendstadien der Vorvegetation der Lebermoose ergriffen hat, einer Vorvegetation, deren Individuen vielleicht schon einen flächenförmigen Thallus besaßen.

Meine Annahme, daß die Bryophyten nicht die Vorläufer der Pteridophyten waren, sondern genau wie diese aus einem Zweige der Vorvegetation hervorgegangen sind, findet eine gute Stütze in der Tatsache, daß die Bryophyten erst in der Trias auftreten. Herr Kollege POTONIÉ hatte die Freundlichkeit, mir neuerdings mitzuteilen, daß er sich wiederholt große Mühe gegeben habe, Reste von Bryophyten in älteren Formationen aufzufinden, daß ihm dieses aber niemals gelungen sei. Er hat dasselbe auch schon 1907 (S. 166) ausgesprochen. Auch GOEBEL (1898 S. 400) ist der Meinung, daß zwischen Pteridophyten und Bryophyten kein direkter Zusammenhang besteht. Er sagt: „Der Bau der Sexualorgane stimmt bei Bryophyten und Pteridophyten zwar in den Grundzügen überein, zeigt aber betreffs der Entwickelung und des feineren Aufbaues doch solche Verschiedenheiten, daß hier offenbar, phylogenetisch gesprochen, zwei Reihenkomplexe vorliegen, von denen nicht der „höhere" von dem niederen abgeleitet werden darf, sondern die, schon sehr frühzeitig von einfachen, einander ähn-

lichen Urformen entspringend, getrennte Bahnen eingeschlagen haben. Zu demselben Resultate werden uns auch andere Erwägungen führen." Ebenso hält BOWER (1908, S. 709) Laub- und Lebermoose für blind endende Zweige der Archegoniatensippe.

Kein Geringerer als NÄGELI hat übrigens schon sehr früh (1884) den Versuch gemacht, die Pteridophyten von lebermoosähnlichen Gewächsen abzuleiten, selbstverständlich in einem zulässigen Sinne; denn er sagt S. 427: „Wenn wir von einer solchen phylogenetischen Reihe sprechen und als Durchgangspunkt derselben jetzt lebende Pflanzen bezeichnen, so hat das nach dem früher Gesagten nur bildliche Bedeutung, insofern, als die jetzigen Phanerogamen von vorweltlichen Gefäßkryptogamen, diese von lebermoosartigen Pflanzen einer früheren Periode und diese von Konfervoiden einer noch früheren Zeit abstammen." Allerdings legt NÄGELI seinen Betrachtungen die heutigen Moose direkt zugrunde, wie aus den folgenden Sätzen, die zugleich einen genügenden Einblick in die Hypothese NÄGELIs geben, hervorgeht. NÄGELI sagt S. 475: „Beträchtlich länger und auch schwieriger zu konstruieren ist der Weg von den Lebermoosen zu den Gefäßkryptogamen. Während die geschlechtliche Generation auf diesem Wege mehr oder weniger reduziert wird, erfährt die sporenbildende Generation eine ganz gewaltige Bereicherung, die sich indes durch die phylogenetischen Vorgänge der Ampliation, Differenzierung und des Vegetativwerdens der reproduktiven Erscheinungen erklären läßt.

Am meisten Schwierigkeiten machen, wenn wir die Umbildung des Moossporogons in den Stengel der Gefäßpflanzen nicht bloß oberflächlich in Bausch und Bogen sich vollziehen lassen, sondern Schritt für Schritt genau verfolgen, die allerersten Schritte. Das Sporogon ist seiner morphologischen Bedeutung nach jedenfalls noch kein Kaulom (Stengel), denn dieses setzt Phyllome voraus, welche es seitlich an seiner Spitze erzeugt. Richtiger vergleichen wir es mit dem Thallus vieler Lebermoose selber und der Algen. Es ist sonach schon von vorneherein aus phylogenetischen Gründen nicht gar unwahrscheinlich, daß auch die Gefäßpflanzen in ihrer Abstammungslinie zuerst ein Thallomstadium durchmachten und dasselbe auch jetzt noch in ihrer Ontogenie durchlaufen.

Schon innerhalb der Gruppe der Lebermoose vollzieht sich eine Fortbildung des Sporogons, welche für unsere Betrachtung von Wichtigkeit ist. Dasselbe bildet nämlich auf der untersten Stufe in seinem ganzen Innern Sporen; auf der höheren Stufe verlängert es sich und verwendet nur eine kleine obere Partie für die

Fortpflanzung. Es ist nun denkbar, daß später auch dieser Rest vegetativ wird, und daß das Sporogon, als eine Sproßbildung seitlich an der Spitze sich bildet; ferner daß dieses Sporogon durch weitere Umbildung in der sogleich zu erörternden Weise zum beblätterten Stengel wird. In diesem Falle hätten wir als erstes Produkt aus der befruchteten Eizelle der Gefäßpflanzen einen thallomartigen Embryo, aus dem ein beblätterter Stengel als zweite Sproßgeneration entspringt.

Es ist wahrscheinlich, daß es Abstammungslinien des Moossporogoniums gab, welche bloß ein durch Sprossung sich vermehrendes Thallom besaßen, und daß die Lemnaceen noch Überbleibsel solcher Bildungen sind.

Es ist aber anderseits auch denkbar, daß das thallomartige Sporogon, indem es vegetativ wird, unmittelbar (nicht erst durch seitliche Sprossung) zum beblätterten Stengel sich verlängert, so daß der daraus hervorgehende Sproß am Grunde Thallomnatur besitzt und weiter oben zum Kaulom wird.

Hierzu können wir uns daran erinnern, daß in der Gruppe der Laubmoose das Sporogon sich noch weiter bildet als es bei den jetzt bekannten Lebermoosen der Fall ist, indem das Längswachstum wenigstens in einem späteren Stadium durch alternierend schiefe Teilung der Scheitelzelle erfolgt und auch Verzweigung als Ausnahmefall noch vorkommt.

Danach dürfen wir wohl nun die Frage, welche wir uns stellten, dahin beantworten, daß es durchaus möglich erscheine, daß die in meiner Hypothese angenommene Vorvegetation die angenommene Organisation besessen habe.

Wir haben nun drittens noch die Tatsache in das richtige Licht zu stellen, daß wir paläontologisch rückwärts keine Uebergänge zwischen den Angiospermen mit Stempeln zu einer an diese Sippe anschließende Sippe mit freien Samenknospen und weiter zu einer direkt verwandten Sippe mit freien Heterosporen und schließlich zu Formen mit Isosporen finden, daß wir überhaupt in keiner uns bekannten Sippe eine in diesem Sinne absteigende Reihe finden. Es ist sicher, daß Samenknospen so früh dagewesen sind wie Isosporen, und es scheint mir fast so, als seien heterospore Formen älter als die isosporen. Danach hat keine stufenweise höhere Entwickelung in dieser Hinsicht durch Umzüchtung der Sporophyten einer bestimmten Sippe stattgefunden, es hat vielmehr den Anschein, als habe bei der Bildung der Sporophyten aus dem Synarch der Vorvegetation unter verschiedenen Verhältnissen sogleich und zugleich eine verschiedenartige Ausbildung der Sporan-

gien und der trophischen Teile der Sporophyten stattgefunden. Die Ausgestaltung der Fähigkeit der verschiedenen Zweige der Vorvegetation, verschiedene Sporophyten zu erzeugen, von denen einige jeweils für die betreffenden Verhältnisse sofort passend waren, muß danach wesentlich während des ungeheuer langen Lebens der großen, reich verzweigten Vorvegetation stattgefunden haben. Unter diese eventuell das Passen bedingenden Momente gehörten auch die verschiedenen Formen der Entwickelung der Makrosporangien. Alle Formen der Sporangienentwickelung, von der Isosporie bis zur Endosperm bildenden Samenknospe sind also gleichwertige Anpassungsformen, die vielleicht sofort entstanden, als der Zweig der Vorvegetation zur Bildung eines Gamosporophyten schritt. Die morphologischen, als Entwickelungsstufen zu deutenden Beziehungen sind wesentlich bedingt durch die in gewissen Grenzen eingeschränkten Entwickelungsmöglichkeiten der Morphologie der Vorvegetation. Wahrscheinlich war aber nach der Bildung einer Gamosporophyten-Sippe auch das Sporangium noch innerhalb gewisser Grenzen veränderlich.

Die hier hervorgehobene und dem Gesagten zugrunde gelegte Tatsache ist ebenfalls in unserer Tafel verzeichnet, und wir wollen auf sie noch ein wenig näher eingehen.

Wir können die Gamophyten der rezenten, und soweit Beobachtungen und Analogieschlüsse es gestatten, auch die der ausgestorbenen Nachkommen der Vorvegetation in folgender Weise nach biologischen Gesichtspunkten in Gruppen bringen.

I. Isomorphe Gamophyten; Landpflanzen.

Aus gleichen Sporen hervorgehende monözische, selten diözische Gamophyten, welche Landpflanzen mit Spermatozoiden sind. Die Sporen der dazu gehörenden Sporophyten erhalten von diesen wenig Reservestoffe mit.

a) Filicales leptosporangiatae (mit Ausnahme der Marsiliaceen und Salviniaceen), b) Marattiales, c) Ophioglossales, d) Equisetales (Equisetaceae), e) Sphenophyllaceae (?), f) Bryophyta. (Wahrscheinlich gehören hierher auch einzelne Calamariales.)

II. Diözische Gamophyten; Wasserpflanzen.

Aus Mikro- und Makrosporen hervorgehende Gamophyten, welche Wasserpflanzen mit Spermatozoiden sind. Die Makrosporen erhalten vom Sporophyten relativ viel Reservestoffe mit.

a) Calamariales, b) Marsiliaceae und Salviniaceae, c) Selaginellaceae, d) Sigillariaceae, e) Lepidodendraceae, f) Bothrodendraceae, g) Isoetaceae.

III. Diözische Gamophyten; Luftpflanzen.

Aus Mikro- und Makrosporen hervorgehende Gamophyten, die Luftpflanzen mit Spermatien oder Spermatozoiden sind. Die Makrosporangien bilden Integumente zum Auffangen der Mikrosporen. Die Makrospore bleibt im Makrosporangium sitzen. Der weibliche Gamophyt erhält vom Sporophyten viel Reservestoffe eingelagert, wird Reservestoffbehälter.

a) Cycadofilices b) *Lepidocarpon*, c) *Miadesmia*, d) Cordaitales, e) Coniferae, f) Cycadaceae.

IV. Diözische Gamophyten; Luftpflanzen mit stark reduziertem weiblichen Gamophyten.

Aus Mikro- und Makrosporen hervorgehende Luftpflanzen mit Spermatien. Die Makrosporangien bilden Integumente, die zur Samenschale werden. Die Makrospore bleibt im Makrosporangium sitzen. Der weibliche Gamophyt wird in reduzierter Form ausgebildet. Sporophylle werden zum Auffangen der Mikrosporen eingerichtet (Anpassung an Insekten) und übernehmen auch die Bildung des Perikarps.

Zwei Zellen des Gamophyten verschmelzen mit einem Spermatium, und aus dem Synarch entwickelt sich ein Endosperm, in welches Reservestoffe vom Sporophyten eingelagert werden.

a) Angiospermae.

In unserer Tafel sind nun die Gamophyten der Kategorie I durch dicke, schwarze Striche bezeichnet, die der Kategorie II durch dünne Doppellinien (z. B. Coniferae), die der Kategorie III durch eine schwarze und eine punktierte Linie (Cycydofilices), die der Kategorie IV durch zwei schwarze und eine dazwischenliegende punktierte Linie.

Nach unserer Tabelle begann also die Vorvegetation schon im Silur und Devon mit der Bildung von Sporophyten. Die Gamophyten lebten zuerst wohl als Wasserpflanzen, dann, am Ende des Devon, mehr und mehr auch als Luftpflanzen (III), indem sie sich dann von den Sporophyten hochheben ließen und zuletzt in Form von Samen wieder in das Wasser zurückkehrten. Die Sporophyten lebten wohl damals alle noch in flachen Süßwasserbecken, in Sümpfen und Mooren, so die Bododendraceen, Calamariaceen, Lepidodendraceen, Cycadofilices. Erst im Karbon beginnen anscheinend Zweige der Vorvegetation, welche Landpflanzen sind, mit der Bildung von Gamosporophyten. Es finden sich Sippen, deren Gamophyten Landpflanzen sind, in den Sphenophyllaceen und einigen Filicalessippen hinzu. Als Wasserpflanzen leben jetzt neben denen des

Devon die Sigillariaceengamophyten und als Luftpflanzen die Koniferen- und Cycadaceengamophyten. Die Sporophyten der neu hinzugekommenen Sippen waren teilweise Sumpfbewohner, teilweise Landbewohner. Am Ende des Perms schwinden nun eine ganze Reihe von Sippen dahin. Wir dürfen diese Erscheinung wohl mit der von den Geologen festgelegten Tatsache in Zusammenhang bringen, daß im Perm eine starke Erniedrigung der Temperatur eintrat (PHILIPPI 1910), dabei Vereisung der Kontinente, wahrscheinlich zugleich mit starker Austrocknung mancher Distrikte. Jetzt starben die an eine höhere Temperatur (POTONIÉ 1909) und an nasse Standorte angepaßten Gamosporophyten aus. Schon von der Trias ab schwinden die großen Sippen, welche im Wasser lebende Gamophyten besaßen, völlig, und nun herrschen die Landgamophyten und die Luftgamophyten der Kategorie III. Von den Landgamophyten spielen neben den Filicales besonders die Bryophyten eine Rolle, die besonders an trockne Standorte angepaßt sind. Auch die Sporophyten sind von nun ab meist Bewohner trocknen Landes. In der Kreide entstehen die Sporophyten der Angiospermen. Im Quartär wird die Individuenzahl in manchen Sippen durch die Vereisung mancher Regionen der Erde herabgesetzt, was sich im Fehlen der Reste mancher kleiner Sippen ausspricht.

Es ist selbstverständlich, daß die aufgestellte Tabelle nicht in allen Punkten den Tatsachen völlig entsprechen kann, aber es ist zu betonen, daß sie trotz ihrer Mängel und ihrer Unvollständigkeit doch so weit einwandfrei ist, daß sie als Grundlage für meine Hypothese dienen darf.

Durch das Verzweigungssystem dünner, schwarzer Linien ist wie gesagt die Vorvegetation angedeutet; dabei soll das nach unten zu erfolgende Ansetzen der Linien an die relativen Hauptstämme die nähere und fernere Verwandtschaft der Sippen versinnbildlichen. Die Linien setzen sich dabei im allgemeinen um so näher dem Ursprung der Vorvegetation an, je einfacher und ursprünglicher die Organisation der Sporophyten erscheint. Alles, was diese Linien ausdrücken, ist also reine Hypothese. Da die Art der Konstruktion der Verwandtschaftslinien ganz von der Wertschätzung der verschiedenen morphologisch, anatomisch und physiologisch ähnlichen und differenten Momente abhängig ist, so kann sie, je nach der Art dieser Wertschätzung, sehr verschiedenartig ausfallen. Für unsere Frage spielt diese Konstruktion keine Rolle.

Beginn und Anfang jeder Sporophytensippe ist eigentlich als eine feine Spitze zu zeichnen, da es scheint, als ob doch jede Sippe

mit relativ wenigen Individuen begonnen hätte und auch nach und nach erloschen wäre; aber irgend etwas Genaueres über die Form des Beginnes und Endes läßt sich aus den bekannten Tatsachen doch nicht für die verschiedenen Sippen ableiten.

Der Beginn kleiner Sippen, wie der der rezenten Filicalesfamilien, läßt sich deshalb oft nicht genau feststellen, weil es oft zweifelhaft erscheint, ob man einen Rest zu dieser oder jener Gruppe stellen darf. So wird z. B. Zweifel entstehen können, ob man einen Rest zu den Marattiaceen oder zu den Cycadofilices stellen soll.

Eine von unserem Standpunkte wichtige, sicher nicht immer richtig zu entscheidende Frage ist die, ob eine bestimmte Sippe sich direkt von der Vorvegetation oder von einer Gamosporophytensippe abgegliedert hat. So kann man zweifelhaft sein, ob unsere Equisetaceen sich von der Vorvegetation oder von isosporen Calamariales abgezweigt haben, und ob nicht bei unseren Filicalesfamilien die Gliederung, teilweise wenigstens, analog der letzteren Annahme erfolgt ist. Ich glaube allerdings, daß bezüglich dieser Frage die Tabelle eher darin zu weit geht, daß sie Zweige der Vorvegetation verschmelzen läßt. So stammen z. B. wahrscheinlich die Lebermoose und die Laubmoose von zwei verschiedenen Zweigen der Vorvegetation ab. Es ließe sich annehmen, daß die Laubmoose von Vorvegetations-Species mit fadenförmigem Thallus abstammten, während die Lebermoos-Vorvegetation einen flächenförmigen Thallus besessen hätte. Man muß GOEBEL vollkommen beistimmen, wenn er (1898, S. 235) sagt: „Zwischen Lebermoosen und Laubmoosen gibt es ebensowenig Übergangsformen, wie etwa zwischen Bryophyten und Pteridophyten." Analoges gilt auch von den beiden Abteilungen der Angiospermen, von den Monokotyledonen und Dikotyledonen.

Hervorzuheben ist noch, daß die Zugehörigkeit der Sippen zu einer bestimmten unserer Kategorien I bis IV nicht in allen Fällen sichergestellt ist. So ist es nur sehr wahrscheinlich, daß die Sphenophyllaceen zur Gruppe I gehören und die Wahrscheinlichkeit ist groß, daß auch unter die Calamariales Spezies gehören, die man zur Gruppe I stellen müßte. Aber auch diese Fälle änderen nichts an der Brauchbarkeit der in der Tabelle dargestellten Gesamtverhältnisse als tatsächliche Grundlage für meine Hypothese. So bleibt es zweifellos richtig, daß im Karbon Samen reichlich vorkommen, die größtenteils zu den Cordaitales, Cycadofilices und Cycadeen gehören. Daneben kamen aber auch sicher schon isospore Sippen vor, so sind die zu den Primofilices zu stellenden

Botryopterideen des Karbon nach SCOTT (im Gegensatz zu RENAULT, 1875, 1896) isospor. Wahrscheinlich ist es dann, wie gesagt, daß Sphenophyllaceen und manche Calamariales isospor waren, und daß manche Filicalesfamilien schon im oberen Karbon begannen, obgleich Zweifel bestehen mögen, ob die zu ihnen gerechneten Reste nicht zu den Cycadofilices gehören. Daß im Devon Samenpflanzen vorhanden waren (Cordaitales) und heterospore Pflanzen (Calamariales), ist sicher. Von im Karbon isosporen Pflanzen finden sich im Devon Botryopteriden (*Asteropteris Noveboracensis*), von vermutlich isosporen Pflanzen *Sphenophyllum*. Vom Silur können wir wohl nur sagen, daß in ihm anscheinend heterospore Pflanzen (Bothrodendraceen) vorhanden waren.

In bezug auf die Filicales mag spezieller noch folgendes bemerkt werden. Wenn wir zuerst die Leptosporangiaten der Jetztzeit rückwärts verfolgen, so macht es den Eindruck, als sei keine von ihnen vor der Triasperiode in Erscheinung getreten, auch mit keiner der rezenten Familien, welche ich nicht in der Tabelle aufführe (z. B. Mattoniaceen) und mit keinem fossilen Reste, der mit Sicherheit zu den Leptosporangiaten gestellt werden könnte, verhält es sich anders. Zwar meint ZEILLER, daß schon im Karbon Gleicheniaceen nachweisbar seien, doch widerspricht dem Graf SOLMS durchaus. Mir scheint es, als bildeten alle Leptosporangiaten eine erst nach dem Perm entstandene Sippe. Auf die nach unserer Hypothese aufzuwerfenden Fragen, ob 1. die Leptosporangiaten älteren, vielleicht noch dem Karbon entstammenden, Gamosporophyten ihren Ursprung verdanken, oder ob sie 2. am Ende der Permzeit aus mehreren Zweigen der Vorvegetation entstanden, oder ob sie 3. aus einem dieser Zweige hervorgingen und sich erst als Gamosporophytenstamm weiter in die rezenten Familien differenzierten, kann man selbstverständlich keine berechtigte Antwort geben. Auch die Hydropterideen lassen sich mit einiger Sicherheit höchstens bis zum Jura verfolgen. Sie sind wohl ein jüngerer Zweig des Leptosporangiatenstammes. *Sagenopteris* ist nicht sicher, aber doch sehr wahrscheinlich eine Marsiliacee.

Etwas anders liegt die Sache anscheinend bei den Eusporangiaten. Von den Ophioglossaceen weiß man nichts, aber die Marattiaceen lassen sich mit einiger Sicherheit als kleine Sippe bis in das obere Karbon zurückverfolgen. Sie mögen dort aus einem Zweige der alten Gamosporophyten hervorgegangen oder aus der Vorvegetation entstanden sein und sich durch die Permzeit hindurchgerettet haben. Freilich läßt sich eigentlich doch nur mit voller Sicherheit die Sippe der Marattiaceen bis zur Trias (in-

klusive) verfolgen, so daß es immer noch nicht ganz unmöglich wäre, daß es sich mit den Eusporangiaten wie mit den Leptosporangiaten verhielte.

Im Karbon kamen eine Reihe von Farnen vor, die man als Primofilices zusammengefaßt hat und von deren Fortsetzung in jüngere Sippen man nichts weiß. Sie hatten anscheinend Eigenschaften, die es erlauben würden, sie als Vorfahren unserer rezenten Filicales zu betrachten, doch sind Übergänge zu den rezenten Formen nicht vorhanden. Alle Primofilices könnten im Karbon ohne Nachkommen ausgestorben sein. Einige Reste aus der Karbonzeit, von denen man vermutet hat, daß sie Vorfahren von Leptosporangiaten entstammten, wie *Hymenophyllites* (POTONIÉ fand bei seinem Exemplare keinen Ring), *Oligocarpia* (nach SOLMS ohne Ring), *Senftenbergia* (deren Sporangien denen der Schizaeaceen ähneln) könnten ebenfalls blind endenden Zweigen einer alten Farnvegetation angehören.

Es würde eine Erörterung der Beziehung meiner Hypothese zu den von den Morphologen über die in Betracht kommenden Sippen vertretenen Anschauungen und zu den Anschauungen, die bisher über die Faktoren, welche bei der Speziesbildung mitwirken, ausgesprochen worden sind, manches bringen können, was diese Hypothese noch annehmbarer erscheinen lassen würde, aber ich möchte von derartigen Diskussionen, in denen die Spekulation einen zu breiten Raum einnehmen muß, absehen.

Ich möchte nur darauf aufmerksam machen, daß diese Hypothese voraussetzt, daß das primäre Material für die Selektion, also die verschiedenen Zweige der Vorvegetation, welche sich in Gamosporophyten verwandelten, ganz ohne die Mitwirkung einer auf die Erzeugung der brauchbaren Sporophyten hinarbeitenden Selektion entstehen konnte.

Ferner ist vielleicht folgendes hervorzuheben. Nach unserer Hypothese würde es möglich, ja sogar wahrscheinlich sein, daß die tatsächliche Entwickelung der Sporophyten aus dem Synarch der Vorvegetation in morphologisch verschiedener Weise vor sich gegangen sei. So könnten z. B. bei den Filicales aus dem Synarch zuerst eine Sporophyllanlage, aus einem meristematischen Zweige der Sporophyllanlage eine Wurzel entstanden sein. Später könnte einmal aus dem Meristem der Sporophyllanlage sich ein Vegetationspunkt eines Sprosses, der weitere Sporophylle angelegt hätte, entstanden sein. Demgegenüber hätten die Lycopodiaceen vielleicht aus dem Synarch sofort zuerst einen Sproß gebildet, dessen Basis bald Wurzelstruktur angenommen hätte, und die Vorvegetation

der Moose hätte ihr Synarch sofort in ein parasitierendes Sporogon verwandelt.

Eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit unserer Hypothese könnte vielleicht eintreten, wenn die Auffindung von Formen, die als reale Vorfahren der Angiospermen gedeutet werden könnten, auch weiterhin nicht gelänge, und wenn es bis zur Kreide hinauf gelänge, in den Formationen Abdrücke oder Versteinerungen der kleinen Individuen der Vorvegetation zu finden.

Ich habe die Hypothese der Vorvegetation hauptsächlich deshalb ausgesprochen, weil es für die Entdeckung neuer Tatsachen vielleicht vorteilhaft ist, wenn die Forscher bei ihren Untersuchungen auch die in meiner Hypothese ausgesprochene Möglichkeit berücksichtigen. Außerdem habe ich gemeint, es würde nicht unvorteilhaft für die Wissenschaft sein, anderen, oft mit großer Sicherheit auftretenden Hypothesen über die Phylogenie der Gamosporophyten diese letztere mindestens gleichwertige entgegenzustellen, um darauf aufmerksam zu machen, daß wir über die tatsächliche phylogenetische Entwicklung dieser Sippe noch nichts wissen.

Zuletzt sage ich meinen Herren Kollegen KAYSER, POTONIÉ, HENRY SCOTT und H. GRAF ZU SOLMS für die liebenswürdige Auskunft, die sie mir auf einige Fragen erteilten, meinen besten Dank.

Literatur.

GOEBEL, Organographie der Pflanzen, Jena, 1898.

KAYSER, Lehrbuch der geologischen Formationskunde, 3. Aufl. 1908.

KAYSER, Lehrbuch der allgemeinen Geologie, 3. Aufl. 1909.

NÄGELI, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, München und Leipzig, 1884.

PHILIPPI, Über einige paläoklimatische Probleme; Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., Stuttgart, 1910, S. 101.

POTONIÉ, Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie, 1899, Berlin.

POTONIÉ, Zur Stammesgeschichte des Farnprothalliums, Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1907, Nr. 11, S. 166.

POTONIÉ, Die Tropen-Sumpfflachmoor-Natur der Moore des produktiven Karbons; Sonderabdruck aus dem Jahrb. der Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1909, Band XXX, Teil I, Heft 3.

RENAULT, Recherches sur les Végétaux silicifiés d'Autun et Saint'Etienne. Etude du genre *Botriopteris*, Ann. Sc. Nat., Bot. Sér. 61, p. 220, III, p. 5, 1875—1876.

RENAULT, Flore fossile du bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinal. Part II, Etudes Gites Minér. France, 1896.

ARBER, On the Past History of Ferns, Annals of Botany, Vol. XX, Nr. 79, July, 1906, pg. 215.

Graf ZU SOLMS-Laubach, Einleitung in die Paläophytologie, Leipzig, ARTHUR FELIX, 1887.

F. O. BOWER, The Origin of a Land Flora, a theory based upon the facts of alternation; MACMILLAN AND CO. Limited, St. Martin's Street, London, 1908.

ZEILLER, Flore fossile du Bassin houiller et permien de Beanzy et de Creusot, 1906, Referat von Graf SOLMS in Bot. Zeit. 1907, II, S. 360.

---

46. W. Zaleski: Über die Rolle der Reduktionsprozesse bei der Atmung der Pflanzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 12. Juli 1910.)

EHRLICH[1]) hat auf die Bedeutung der Reduktionsprozesse für die Atmung der Zellen hingewiesen. Zum Nachweis der reduzierenden Substanzen bediente sich der Verfasser einiger Farbstoffe, z. B. des Methylenblaus, da hier die Reduktion durch eintretende Entfärbung sehr deutlich wird. Später wurden auch andere Substanzen, wie Schwefel, Selenite, Tellurite usw., zum Nachweis der Reduktionen im Organismus benutzt.

Die Angaben in der Literatur über die Natur der reduzierenden Substanzen weichen weit voneinander ab. Einige Forscher[2]) nehmen an, daß es sich in diesem Falle um besondere Fermente, wie Hydrogenasen oder Reduktasen handelt, da das Reduktionsvermögen der Gewebe und Säfte durch Erhitzen vernichtet wird. Andere Verfasser[3]) hingegen vermuten, daß die Zelle besondere Substanzen enthält, welche reduzierende Wirkungen ausführen. Die Hemmung des Reduktionsvorgangs durch Hitze kann auch ohne Zuhilfenahme einer Enzymhypothese rein physikalisch oder

1) EHRLICH, Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus 1885.

2) REY-PAILHAD und POZZI-ESCOT zitiert nach CZAPEK, Biochemie der Pflanzen Bd. II 1905. LAFAR, Technische Mykologie 1907. CATHCART und HAHN, Arch. für Hygien. 1902. Centr. für Bakter. II, 1902. GRÜSS, diese Berichte 21. Wochenschr. f. Brauer. 18 und 27. PALLADIN, Zeitschr. f. phys. Chemie 55 u. 56.

3) ABELONS und RIBAUT, Compt. rend. 137. RÖHMAN und SPITZER, Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 28. BEIJERINCK nach CZAPEK l. c.

chemisch gedeutet werden. Hefftter[1]) nimmt an, daß Reduktionen von den Sulfhydrylgruppen gewisser Eiweißstoffe und Aminoaldehyde ausgeführt werden. Weiter spricht auch Fränkel[2]) davon, daß Reduktionsprozesse der Zellen nicht nur von den Sulfhydrylgruppen, sondern auch von den ungesättigten Phosphatiden ausgeführt werden können. Der Verfasser hat gezeigt, daß diese Stoffe Methylenblau auch in Vitro entfärben. Einige Forscher behaupten, daß reduzierende Substanzen aus den Zellen abgeschieden werden, andere Verfasser aber zeigen, daß der Reduktionsprozeß sich innerhalb der Zellen vollzieht.

Die Reduktionsprozesse wurden haupsächlicht bei Bakterien[3]) und Hefen[4]) beobachtet. Was die höheren Pflanzen anbetrifft, so liegen in dieser Richtung nur spärliche Untersuchungen vor. So hat Rey-Pailhad[5]) reduzierende Substanzen in den keimenden Samen nachgewiesen. Weiter spricht Deleano[6]) über die Reduktase der Ricinussamen, welche seiner Meinung nach eine Rolle bei dem Fettabbau spielt. Außerdem beobachtete Palladin[7]), daß Weizenkeime verschiedene Farbstoffe reduzieren. Wenn das Reduktionsvermögen keineswegs ein Privilegium der Anaerobionten ist[8]), so tritt es bei diesen am stärksten auf.

Am eingehendsten wurde das Reduktionsvermögen der Hefe (im Preßafte und Zymin[9])) studiert. Die Optimaltemperatur für die Reduktion liegt bei 40° C, das Verdünnen des Preßsaftes mit Wasser verringert dieses Vermögen, Bouillon hingegen wirkt stimulierend. Das Reduktionsvermögen schwindet während der Autolyse und wird durch Erhitzen vernichtet. Es gewinnt demnach die Ansicht an Wahrscheinlichkeit, daß in diesem Falle Reduktase im Spiel ist. Nach Pozzi-Escot[10]) hemmen die Salze von saurer Reaktion das Reduktionsvermögen der Hefe; die Nitrate sind weniger schädlich, die Alkalien hingegen wirken stimu-

1) Hefftter, Mediz. naturw. Archiv 1907. Archiv. f. exp. Pathol. und Pharm. Suppl. 1908.

2) Fränkel und Dimitz, Wiener klin. Wochenschr. 1909 Nr. 51.

3) Czapek, Biochem der Pflanzen Bd. 2, 488.

4) Buchner und Hahn, Zymasegärung 1903. Rey-Pailhad l. c. Pozzi-Escot l. c. Grüss l. c. Palladin l. c.

5) Rey-Pailhad, Compt. rend. 107, 121.

6) Deleano, Centralbl. f. Bakt. II, 24, 1909.

7) Palladin, diese Berichte 26.

8) Müller, Centralbl. f. Bakt. I, 26, 1899. Wolff, ibid. 27, 1900.

9) Hahn in Buchner und Hahn, Zymasegärung 1903.

10) Pozzi-Escot zitiert nach Lafar, l. c.

lierend. Nach GRÜSS[1]) hemmt Natriumchlorid die Wirkung der Hydrogenase.

Über die Rolle der reduzierenden Enzyme in Gärungs- und Atmungsprozessen berichten HAHN[2]), GRÜSS[3]) und PALLADIN[4]). HAHN vermutet, daß Zymase reduzierende Eigenschaften hat, da ein gewisser Parallelismus zwischen der Gärung und der Reduktionswirkung des Hefepreßsaftes besteht. PALLADIN meint, daß Reduktase ein besonderes Enzym darstellt, welches „nicht nur die Sauerstoffübertragung von einem Stoffe zu dem anderen, sondern auch die intramolekulare Sauerstoffübertragung von Kohlenstoff zu Wasserstoff bewirkt". Nach PALLADINs Ansicht entzieht die Reduktase dem Methylenblau und Natriumselenit Sauerstoff, wodurch diese Stoffe reduziert werden. Wenn aber Zymin nach Zuckerzusatz das Methylenblau und Natriumselenit unberührt läßt, so spricht diese Tatsache dafür, daß Reduktase direkt an dem anaeroben Spaltungsprozesse der Glukose in Alkohol und Kohlensäure beteiligt ist. Weiter nimmt PALLADIN an, daß der durch Oxydase auf das Chromogen übertragene Luftsauerstoff durch die Reduktase sofort wieder abgespalten wird. Nach dieser Ansicht kann also Reduktase auch in den Atmungsprozessen eine Rolle spielen. Demgegenüber schlägt GRÜSS vor, die Reduktase aus der Hefeliteratur zu streichen und durch Hydrogenase zu ersetzen. Der Verfasser vermutet, daß Hydrogenase direkt an dem anaeroben Spaltungsprozesse der Glukose beteiligt ist, indem sie das Glukosemolekül unter Wasseraddition spaltet, wodurch Wasserstoff entsteht, der auf Glukosezerfallgruppen (gespalten durch Zymase) einwirkt und dann Alkohol bildet. Nach Schwefelzusatz zu Gärflüssigkeit beobachtete GRÜSS eine Verminderung der Alkoholbildung, da in diesem Falle seiner Meinung nach Wasserstoff teilweise zur Schwefelwasserstoffbildung verbraucht und dadurch der Alkoholbildung entzogen wird. Nach dieser Ansicht stellt also Hydrogenase kein reduzierendes Enzym dar, und alle Reduktionen, die wir im Hefepreßsafte beobachten, werden durch naszierenden Wasserstoff ausgeführt. So sagt z. B. GRÜSS: „Die Entfärbung der Farbstoffe und die Bildung des Schwefelwasserstoffs muß als eine indirekte Enzymwirkung betrachtet werden." Weiter ver-

1) GRÜSS, Zeitschr. f. d. ges. Brauw. 27.

2) HAHN, Zymasegärung l. c.

3) GRÜSS, Wochenschr. f. Brauer. 18 und 27. Zeitschr. f. d. ges. Brauw. 27. Diese Ber. 21 und 26.

4) PALLADIN, Zeitschr. f. physiol. Chem. 56. Diese Ber. 26.

mutet GRÜSS, daß Zucker eine Reizwirkung auf die Bildung der Hydrogenase ausübt.

Wir sehen also, daß unsere Kenntnisse über die Natur der reduzierenden Substanzen, sowie über deren Verbreitung bei den höheren Pflanzen und die Beteiligung derselben an den Gärungs- und Atmungsprozessen noch viel zu mangelhaft sind. Obwohl die in meinem Laboratorium schon begonnenen Untersuchungen über diese Fragen noch nicht zum Abschluß gekommen sind, will ich dennoch vorläufig über die auf meinen Vorschlag von Fräulein ANUFRIEFF und RABINOWITSCH ausgeführten Versuche mitteilen, da diese eine gewisse Bedeutung beim Studium dieser Fragen haben können.

Zum Nachweis der reduzierenden Substanzen wurde in unseren Versuchen Methylenblau benutzt. Eine bestimmte Menge der Substanz wurde in Probiergläser eingeführt und dann mit destilliertem Wasser oder einer bestimmten Lösung versetzt. Nach einer gewissen Zeit wurde dieser Lösung eine bestimmte Menge von Methylenblau zugefügt und der Inhalt geschüttelt. Um Methylenblau vom Luftsauerstoff zu isolieren, wurde die Flüssigkeit oben mit einer Schicht Paraffin oder Olivenöl übergossen. Die Menge der reduzierenden Substanzen wurde nach der Geschwindigkeit der Entfärbung einer bestimmten Quantität von Methylenblau bestimmt. Es ist selbstverständlich, daß diese Zahlen nur relativ sind. In den Autolyseversuchen wurde die Flüssigkeit mit Chloralhydrat versetzt (0,5 pCt.).

Wenden wir uns zuerst zu den Versuchen.

1. Versuch.

3 g Pulver verschiedener Samen und Weizenembryonen wurden mit 10 ccm 0,001 proz. Methylenblaulösung versetzt.

Objekte	Entfärbungsdauer
Pisum sativum	40 Minuten
Weizenembryonen	80 „
Lupinus angustifolius	24 Stunden
Triticum sativum	keine Entfärbung
Zea Mays	„ „
Ölsamen (*Cucurbita*, *Helianthus*, *Cannabis*)	„ „

2. Versuch.

3 g Samenpulver von Erbsen (Viktoriasorte) wurden eine Stunde lang mit einer bestimmten Lösung und parallel hierzu mit destilliertem

Wasser digeriert und dann mit 0,2 ccm 0,05 proz. Methylenblaulösung versetzt.

Versuchsdauer in Minuten:

Lösung			oben eine schmale Schicht von Methylenblau nicht entfärbt	ganz entfärbt	noch nicht entfärbt
Wasser			40	80	
NaH_2PO_4	0,5	pCt.	38	143	
„	1	„	63		180
„	2	„	93		180
KH_2PO_4	0,5	„	50	100	
„	1	„	60	100	
NaCl	0,5	„	50		145
„	1	„	88		145
KNO_3	0,5	„	50	155	
„	1	„	62		160
„	2	„	keine Entfärbung		
$MgSO_4$	0,5	„	40	110	
„	1	„	40	110	
„	2	„	137		200
$CaCl_2$	0,5	„	70		180
„	1	„	keine Entfärbung		
$(NH_4)_2SO_4$	1	„	120	240	
K_2SO_4	0,5	„	80	160	
Ammoniumvanadat	0,5	pCt.	keine Entfärbung		

3. Versuch.

Pulver von Erbsensamen (anderer Herkunft). Dieser Versuch wurde in der oben beschriebenen Weise angestellt.

Lösung			Entfärbungsdauer in Minuten
Wasser			80
K_2HPO_4	0,5	pCt.	25
„	1	„	22
„	2	„	36
Na_2HPO_4	0,5	„	20
„	1	„	15
„	2	„	110
Saccharose	10	„	90
Pepton	1	„	36
„	2	„	63

4. Versuch.

Pulver von Erbsensamen (Sorte?). Dieser Versuch wurde in der oben beschriebenen Weise angestellt.

Lösung	Entfärbungsdauer in Minuten
Wasser	20
Natriumselenit 0,5 pCt. . . .	35
Kaliumchlorat 0,5 „ . . .	20
Ameisensaures Kalium 0,5 pCt .	10

5. Versuch.

1 g Zymin wurde eine Stunde lang mit einer bestimmten Lösung und parallel hierzu mit destilliertem Wasser digeriert und dann mit 0,2 ccm 0,05 proz. Methylenblaulösung versetzt.

Lösung	Entfärbungsdauer in Minuten
Wasser	33
NaH_2PO_4 0,5 pCt.	55
„ 1 „	58
„ 2 „	75
KH_2PO_4 0,5 „	31
„ 1 „	34
„ 2 „	39
NaCl 0,5 „	46
„ 1 „	53
„ 2 „	57
KNO_3 0,5 „	65
„ 1 „	70
„ 2 „	75
$MgSO_4$ 0,5 „	30
„ 1 „	40
„ 2 „	50
$CaCl_2$ 0,5 „	30
„ 1 „	70
$(NH_4)_2SO_4$ 1 „	48
Ammoniumvanadat 0,5 pCt. . .	keine Entfärbung
Natriumselenit 0,5 pCt. . . .	60
Chinin gesättigt	20
K_2HPO_4 0,5 pCt.	6
„ 1 „	2
„ 2 „	1

Lösung	Entfärbungsdauer in Minuten
Na_2HPO_4 0,5 „	3
„ 1 „	2
„ 2 „	1½
Saccharose 10 pCt.	40
Pepton 1 „	40
„ 2 „	44
Kaliumchlorat 0,5 „	40
Ameisensaures Kalium 0,5 pCt.	20
Kaliumcarbonat 0,1 „	11
Milchsaures Natrium 0,5 „	25

6. Versuch.

3 g Zymin wurden nach Chloralhydratzusatz (0,5 pCt.) in den unten beschriebenen Lösungen autolysiert. Nach einer gewissen Zeit wurden diese Lösungen mit 0,2 ccm Methylenblaulösung versetzt.

Entfärbungsdauer in Minuten:

Lösung	Autolysedauer 1 Stunde	Autolysedauer 3 Tage
Saccharose 10 pCt	13	70
„ 10 „ und Na_2HPO_4 1 pCt.	9	40
„ 10 „ „ KNO_3 1 „	28	90
Wasser	6	55
Na_2HPO_4 1 pCt.	3	33
KNO_3 1 „	20	60

7. Versuch.

3 g Preßhefe wurden nach Chloralhydratzusatz 27 Stunden lang in den unten beschriebenen Lösungen autolysiert und dann mit 0,2 ccm Methylenblaulösung versetzt.

Lösung	Entfärbungsdauer
Wasser	2 Std. und 38 Min.
Na_2HPO_4 1 pCt.	5 Minuten
KNO_3 1 „	5 Stunden
Saccharose 10 „	5 Std. 20 Min.
Saccharose 10 pCt. und Na_2HPO_4 1 pCt.	24 Minuten
„ 10 „ „ KNO_3 1 „	keine Entfärbung nach 2 Tagen.

8. Versuch.

3 g Samenpulver von Erbsen (Viktoria) wurden in den oben beschriebenen Lösungen (Versuch 7) nach Chloralhydratzusatz autolysiert. Nach einer gewissen Zeit wurden diese Lösungen mit 0,2 ccm Methylenblaulösung versetzt.

Entfärbungsdauer in Minuten:

Lösung	Autolysedauer 1 Stunde	Autolysedauer 24 Stunden
Saccharose 10 pCt.	116	47
„ 10 „ und Na_2HPO_4 1 pCt.	41	70
Wasser	67	3
Na_2HPO_4 1 pCt	17	140

Die Erbsensamen und Weizenembryonen entfärben schnell Methylenblau, weit langsamer geht die Entfärbung desselben durch die Samen von *Lupinus angustifolius* vor sich, und keine Reduktion beobachten wir bei den Getreide- und Ölsamen. Wollen wir diese Objekte nach der Reduktionskraft derselben ordnen, so erhalten wir folgende Reihe:

Erbsen, Weizenembryonen, *Lupinus angustifolius*, Getreidesamen, Ölsamen.

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, daß zwischen der Anaerobiose und dem Reduktionsvermögen der Samen ein gewisser Parallelismus besteht, da die Befähigung zur Anaerobiose am höchsten bei den Leguminosesamen (besonders bei Erbsen) und am schwächsten bei den Getreide- und Ölsamen ausgeprägt ist[1]). Die Weizenembryonen gehören auch zu den anaeroben Objekten. Während der Keimung der Erbsensamen bleibt das Reduktionsvermögen auf derselben Höhe stehen, wie unsere Versuche, die ich hier nicht anführe, zeigen. Durch das Erhitzen wird das Reduktionsvermögen der Samen vernichtet.

Wir sehen, daß die Salze von saurer Reaktion, wie KH_2PO_4 und NaH_2PO_4 das Reduktionsvermögen der Erbsensamen und des Zymins herabsetzen. Noch stärker werden Reduktionen durch die Neutralsalze und Reduktionsmittel, wie Natriumselenit und Ammoniumvanadat geschwächt. Demgegenüber werden die Reduktionsprozesse durch Alkalien und besonders stark durch zwei basische Phosphate stimuliert. Es ist klar, daß Reduktionsprozesse auch in den Zellen katalytisch beeinflußt werden.

1) Godlewski und Polzeniusz, Bull. d. l'Acad. d. Scienc. d. Cracovie 1901

In der Wirkung anderer Substanzen auf die Geschwindigkeit der Reduktionsprozesse bemerken wir fast keinen Unterschied zwischen den Erbsensamen und dem Zymin.

In der Auswahl der Konzentration der oben genannten Verbindungen richteten wir uns nach BUCHNERs Versuchen[1]), die den Einfluß derselben Substanzen auf die Gärung zeigen.

Aus unseren Versuchen ist zu ersehen, daß zwischen der Gärung und der Reduktionswirkung ein gewisser Parallelismus besteht, da diese beiden Prozesse ein ähnliches Verhalten einer ganzen Reihe der Substanzen gegenüber zeigen. Im Gegensatz dazu finden wir keinen Parallelismus, eher eine umgekehrte Analogie zwischen der Reduktionswirkung und der Arbeit der Endotryptase, wie es aus den Untersuchungen von BUCHNER und GROMOW zu ersehen ist[2]). Es ist daher wenig wahrscheinlich, daß die Eiweißstoffe oder schwefelhaltigen Aminosäuren, die labilen Wasserstoff enthalten, diese Reduktionen ausführen.

Die Wirkung der oben genannten Substanzen auf das Reduktionsvermögen der Erbsensamen steht auch in einer gewissen Analogie zu dem Einflusse derselben auf die Atmungsenzyme dieser Objekte, wie ich vor kurzem in Gemeinschaft mit A. REINHARD gezeigt habe[3]). So sehen wir, daß Neutralsalze die Arbeit der Atmungsenzyme herabsetzen, während zweibasische Phosphate diese stark stimulieren.

Weiter sind die Schwankungen des Reduktionsvermögens gleichsinnig denen der Gärwirkung. So hat HAHN[4]) gezeigt, daß bei der Aufbewahrung des Hefepreßsaftes in der Kälte die Gärung vollkommen parallel der Reduktionswirkung sinkt. Unsere Versuche zeigen auch, daß während der Autolyse des Zymins (Versuch 6) das Reduktionsvermögen desselben eine Verminderung erfährt. Wenn das Reduktionsvermögen der Erbsensamen während der Autolyse steigt, so hängt dies von anderen Ursachen ab.

Wir sehen also, daß die Gärung und das Reduktionsvermögen, welches sich am Methylenblau zeigen läßt, durch dieselben Momente beeinflußt werden, da diese beiden Vorgänge (Zymasewirkung und Reduktionsprozeß) zueinander in einer besonders nahen Beziehung stehen.

Es wäre unrichtig, den Parallelismus zwischen der Gärung

1) BUCHNER, Zymasegärung 1903, Zeitschr. f. physiol. Chem. 44 u. 46. MEISENHEIMER, Die Gärungschemie 1906.

2) BUCHNER, l. c. GROMOW, Zeitschr f. physiol. Chem. 42, 1904.

3) Diese Arbeit wird in d. Bioch. Zeitschr. publiziert.

4) HAHN, l. c.

und der Methylenblaureduktion als zufällig zu betrachten; eher kann diese Reaktion uns ein Urteil über die Reduktionsprozesse geben, die in den Zellen sich abspielen. Diese Vermutung kann die Wirkung der Saccharose auf die Reduktion von Methylenblau erklären. Wir haben oben gesehen, daß Saccharose eine hemmende Wirkung auf die Reduktion von Methylenblau ausübt. So beobachten wir nach Zuckerzusatz eine Verminderung der Reduktion von Methylenblau bei den Hefen, zerriebenen Erbsensamen und dem Zymin. Dieselbe Wirkung äußert die Saccharose auch in Gegenwart von stimulierenden und paralysierenden Substanzen, die nur die Geschwindigkeit dieser Reaktion verändern. Der Gärungsprozeß setzt sich aus einer Kette chemischer Reaktionen zusammen, deren einzelne Glieder die Reduktionsvorgänge darstellen. Es ist gleichgültig, ob die reduzierenden Substanzen oder besondere Enzyme (Reduktasen und Hydrogenasen) diese Reduktionen ausführen, da sie in beiden Fällen direkt am Gärungsprozesse beteiligt sind und daher Methylenblau langsamer oder gar nicht reduzieren.

Über den Mechanismus der Reduktionsvorgänge, die sich während der Gärung abspielen, können wir vorläufig nur Vermutungen aussprechen, Gewißheit aber haben wir nicht.

Es wäre denkbar, daß Zymase verschiedene Reduktionen ausführt, die daher zu den enzymatischen Prozessen gehören. In diesem Falle ist Zymase und Reduktase ein und dasselbe (Ansicht von Hahn)[1]). Man kann auch vermuten, daß Reduktase oder reduzierende Substanzen sauerstoffentziehend wirken (Ansicht von Palladin)[2]). Es ist wohl möglich, daß verschiedene Reduktionen durch naszierenden Wasserstoff ausgeführt werden, der sich während der Gärung bildet. So behauptet Schade[3]), daß die Ameisäure, welche während der Gärung entsteht, Wasserstoff liefert; Grüss[4]) und Kusserow[5]) hingegen meinen, daß Wasserstoff durch die Zuckerspaltung entsteht. Dieser Wasserstoff spaltet nach Grüss und Kusserow das Glukosemolekül und nach Schade und Ehrlich[6]) führt er Aldehyde in Alkohole über. Wasserstoff führt direkt diese Reduktionen aus (Ansicht von Grüss) oder in diesem Falle wirkt die Reduktase wasserstoffübertragend.

1) Hahn, l. c.
2) Palladin, l. c.
3) Schade, Bioch. Zeitschr. 7, 1908.
4) Grüss, l. c.
5) Kusserow, Chem. Centr. 1910, I, 10.
6) Ehrlich, Landw. Jahrb. Ergänzungsbd. V. 1909

Man kann auch andere Vermutungen aussprechen, doch besitzen wir keine Beweise für die Annahme der einen oder der anderen Ansicht. Wir müssen diese Fragen noch offen lassen.

Charkow, Pflanzenphysiol. Laboratorium der Universität.

---

47. Karl Spisar: Beiträge zur Physiologie der Cuscuta Gronovii Willd.

(Eingegangen am 17. Juli 1910.)

Die physiologischen Eigenschaften der Cuscuteen sind schon öfters untersucht worden. Diese Pflanzen stellen Schlingpflanzen mit einer ausgesprochenen Reizbarkeit vor, die sich darin kundgibt, daß sie auf Kontaktreiz mit der Haustorienbildung antworten. Diese Haustorienbildung alterniert mit einer anderen Wachstumsweise, wo haustorienlose Windungen erzeugt werden.

Grundlage der späteren Arbeiten bildet die Preisschrift von HUGO VON MOHL. Ihr folgen die Arbeiten von BRANDT, SCHACHT, ULOTH und SOLMS-LAUBACH, die sich teilweise ergänzen, teilweise in mancher Beziehung auseinandergehen. Die zwei Arbeiten von L. KOCH bilden eine Grundlage für die neueren diesbezüglichen Arbeiten von PEIRCE und MIRANDE. L. KOCH war der Ansicht, daß die keimenden Cuscuteen tote Stützen nicht umschlingen. Es soll ganz gleichgültig sein, ob dieselben aus anorganischem oder organischem Material bestehen. Dieselben Stützen werden dagegen ganz leicht umschlungen, wenn die *Cuscuta* schon an einer Nährpflanze haftet. Beim Umschlingen toter Stützen können auch Haustorien angelegt werden, die natürlich wegen der Beschaffenheit der Stützen nicht zur vollen Ausbildung gelangen. Er meint, die jungen Keimpflanzen haben „eine gewisse Wahlfähigkeit", deren Nutzen leicht begreiflich ist. KOCH hat die Gelegenheit gehabt zu beobachten, daß angeheftete *Cuscuta*-Pflanzen horizontale wie auch schräge Stützen umschlingen, auch wenn dieselben aus totem Material bestehen. Das Umschlingen der Nährpflanzen geschieht gewöhnlich in der der Nutation entsprechenden Richtung, wobei die Spiralen linksläufig sind; es können aber auch Fälle vorkommen, wo das Winden in der entgegengesetzten Richtung eintritt.

PEIRCE bestätigt, daß die Cuscuteen in jenem Stadium des Schlingens, wo steile Windungen gemacht werden, gewöhnliche Schlingpflanzen vorstellen, im zweiten Stadium, welches mit dem ersten regelmäßig abwechselt, bilden sie gedrängte Windungen, die durch Kontaktreiz hervorgerufen werden. Horizontale Stützen umwinden die Cuscuteen seiner Ansicht nach nicht. Die *Cuscuta*-Keimlinge umwinden tote Gegenstände auch nicht.

MIRANDE bemerkt, daß die Keimpflanzen der kleinen *Cuscuta*-Arten tote Gegenstände nur dann umschlingen können, wenn diese feucht sind, sonst findet keine Umwindung statt. Die Keimlinge der großen *Cuscuta*-Arten können auch trockene tote Stützen umschlingen.

Nach PFEFFER windet *Cuscuta* nicht weiter, wenn ihre Stütze eine horizontate Lage eingenommen hat. Auch JOST gibt an, daß in der Periode der steilen Windungen die Cuscuteen sich nur an vertikale Stützen anlegen, auch im Stadium der Kontaktreizbarkeit werden ausschließlich vertikale Stäbe umschlungen.

Ich lasse nun meine eigenen Resultate folgen, welche in einiger Hinsicht nur teilweise mit den Angaben der früheren Autoren übereinstimmen. Es war meine Absicht, die physiologischen Bedingungen des Windens bei allen möglichen *Cuscuta*-Arten zu studieren, aber infolge der sehr schlechten Keimfähigkeit der mir eingesandten Samen mußte ich auf diese Idee verzichten und das Studium nur auf *Cuscuta Gronovii* beschränken. Reiches Material bot mir das Versuchsgärtchen des pflanzenphysiologischen Instituts in Prag, wo die genannte *Cuscuta*-Art auf *Salix viminalis* und *S. incana* üppig wuchs. Die Versuche wurden voriges Jahr im Frühling in freier Natur vorgenommen, an Ort und Stelle, wo die *Cuscuta*-Pflanzen wuchsen und in Laboratorien des böhmischen pflanzenphysiologischen Instituts unter der Aufsicht des Herrn Prof. Dr. B. NÉMEC fortgesetzt.

Der Embryo von *Cuscuta Gronovii* ist wie bei anderen *Cuscuta*-Arten spiralig eingerollt und besitzt 1—2 Schuppenblätter. Die Achsenspitze trägt zwei Blattorgane. Das Wurzelorgan ist intensiv positiv geotropisch reizbar. Diese geotropische Empfindlichkeit kommt auch dann zum Vorschein, wenn den Wurzelorganen die Spitze sogar in der Länge von 2 mm weggenommen wurde und zwar ohne daß eine Regeneration eintrat. Die knieförmige Krümmung der Keimpflanzen ist immer größer als 180°, ja manchmachmal macht die Keimpflanze aus unbestimmten Gründen 2 bis 3 Doppelschlingen, die erst mit der Zeit infolge des stärkeren Wachstums an der früheren konkaven Seite ausgeglichen werden.

Unterdessen wurde das Endosperm aufgezehrt und die Samenschale fällt ab, so daß die Achsenspitze frei wird. Die im Schatten der Sträucher und bei bedeutender Boden- und Luftfeuchtigkeit ausgewachsenen Keimlinge sind weißgelb, ihre knieförmige Krümmung wird viel länger behalten als bei anderen, die im Trockenen und bei größerer Lichtintensität zu wachsen gezwungen sind, wo die Keimlinge rötlich gefärbt sind. Die Circumnutationsbewegung beginnt sehr früh und ist immer linksläufig. Hat die Keimpflanze bis zu einem gewissen Alter keine passende Nährpflanze gefunden, ergrünt der obere Sproßteil und stirbt des weiteren ab. Die Lebensdauer einer solchen Keimpflanze, die ohne Nährpflanze auf eigene Kosten lebt, beträgt bis 7 Wochen, ihre Gesamtlänge beträgt bis 35 cm. Den positiven Heliotropismus der Keimpflanzen, der ihnen von MIRANDE zugeschrieben wurde, konnte ich in vollem Maße bestätigen. Die Keimpflanzen reagieren auf die einseitige Beleuchtung rasch, denn in 2 Stunden stehen die Achsenspitzen in der Richtung der Lichtstrahlen. Dabei nutiert das freie Achsenende weiter; diese Bewegung hört nur in zwei Fällen auf, nämlich kurz vor dem Tode und zweitens, wenn nach dem Anpressen der *Cuscuta* an eine Nährpflanze die Haustorienbildung beginnt.

PEIRCE konstatiert, daß durch Rotieren der Cuscuteen um eine horizontale Achse am Klinostaten, die Kontaktreizbarkeit und die Circumnutationsbewegung verloren geht. Ich konnte bestätigen, daß die Kontaktreizbarkeit der *Cuscuta*-Keimpflanzen beim Rotieren bald erlischt, aber die Circumnutation war auch nach achttägigem Rotieren vorhanden. Bezüglich der parasitierenden Sproßstücke kam ich nicht ins klare, weil sie relativ früh starben. Nach dreitägigem Rotieren waren jedoch die Sproßstücke noch gesund und ich konnte bei ihnen eine normale Circumnutation sehen.

Trifft die circumnutierende *Cuscuta*-Keimpflanze eine Stütze, so wird diese von ihr umschlungen, es ist dabei ganz gleichgültig, ob die Stütze lebend oder tot, naß oder trocken ist. Das gilt auch für isolierte schon parasitierende Sproßstücke. Das Winden geschieht immer in der Richtung der Circumnutationsbewegung. Ich fand keine Ausnahme davon. Es soll hervorgehoben werden, daß nicht nur vertikale sondern auch horizontal liegende Stützen umschlungen werden. Dasselbe gilt nicht nur für Keimpflanzen, sondern ebenso für parasitierende Sprosse und Sproßstücke. Von den Keimpflanzen wird jedoch beim Umschlingen einer horizontalen Stütze gewöhnlich nur eine einzige Windung gemacht, zwei Windungen kommen in solchen Fällen nur selten vor, während von den parasitierenden Sprossen mehrere Windungen ausgeführt

werden können. In allen Fällen war die Windungsrichtung linksläufig. Das Umschlingen horizontaler Gegenstände wird in der Natur sehr oft beobachtet, besonders wenn die *Cuscuta*-Pflanze auf einem Weidenstrauch parasitiert, wo wagerechte Äste und Blattstiele umschlungen werden.

Das selbständige Leben der *Cuscuta*-Keimpflanze wird durch das Anheften an eine für sie passende Nährpflanze beendigt; dies geschieht mittels der Haustorien. Bevor aber ihre Bildung beginnt, wird eine innige Verbindung der beiden Pflanzen durch ein knappes Anlegen des Parasiten an die Wirtspflanze geschaffen. Gewöhnlich wird das Umwinden rasch vollbracht. Wenn KOCH angibt, daß im Keimungszustand das Umwinden am raschesten vollzogen wird, so ist dies nicht immer der Fall, denn die Zone der Kontaktreizbarkeit sowie auch die Reizbarkeit selbst kann sehr verschieden sein. Die Kontaktreizbarkeit erscheint nicht immer in demselben Stadium. Auch die Bildung von Haustorien geht bei einem und demselben Individuum in derselben Windungszone nicht gleichmäßig vor sich. Wenn man nicht sagen kann, wann die erste Spur der Kontaktreizbarkeit bei einer *Cuscuta*-Keimpflanze oder bei parasitierenden Sprossen sichtbar wird, so kann man wenigstens annähernd angeben, wo die reizbare Zone liegt. Sie liegt entweder unweit oder im Maximum der Wachstumszone. Wie hochgradig die Kontaktreizbarkeit sein kann, erkennt man schon daraus, daß nicht nur *Cuscuta*-Keimpflanzen sondern auch parasitierende Sprosse einen Zwirnfaden ganz leicht umwinden können. Das Umwinden der Stütze in Form von engen Windungen (Haustorienwindungen) geschieht immer unter Ausübung eines gewissen Druckes auf die Stütze. Dieser Druck ist manchmal ganz gut sichtbar, ja er kann so weit gehen, daß ein weiches Pflanzenorgan zerquetscht und zerrissen wird. Der Druck wird noch dadurch gesteigert, daß der betreffende *Cuscuta*-Teil rasch dick wird, womit der Diameter der Öffnung der Windungsspirale verkleinert wird. Man darf aber nicht meinen, daß dieser Druck immer so groß sein muß, denn die Cuscuteen sind imstande, einen ganz frei hängenden Zwirnfaden, mit dem sie in Verbindung kamen, zu umschlingen, oder manchmal sind die Blätter so fein von der *Cuscuta* umschlungen, daß keine Zusammenrollung der Blattspreite stattfindet.

Die Neigung der Haustorienspiralen ist bei *Cuscuta Gronovii* sehr variabel, manchmal steht die Spiralenebene fast senkrecht auf der Längsachse der Stütze, so daß der Steigungswinkel fast Null wird, in anderen Fällen ist der Winkel größer. Diese Variabilität ist nicht nur für die Keimpflanzen sondern für alle Sproßteile

typisch. Ja, bei den älteren Sprossen kann man sehr häufig sehen, daß die einer Serie angehörenden Haustorienwindungen einen ungleichen Steigungswinkel haben. CLOTH gibt an, daß der Steigungswinkel der dichten Spiralen gewöhnlich 10° beträgt, während derselbe bei den lockeren Spiralen etwa 75° groß ist. Schon deswegen, weil der Steigungswinkel der Haustorienwindungen bei *C. Gronovii* größer als 75° sein kann, begreift man, daß die Ausdrücke enge und lose oder steile Windungen nur annähernd den Tatbestand ausdrücken.

Mit den Haustorienwindungen wechseln die gewöhnlichen Windungen ab. PFEFFER vertritt die Meinung, daß der Neuzuwachs dauernd für die Berührung empfindlich bleibt, wenn man dafür sorgt, daß der Sproß keine Stütze findet. Diese Annahme gilt nicht in vollem Maße für *Cuscuta Gronovii*. Die Haustorienwindungen sind nicht immer die ersten, welche gebildet werden, wenn der Keimling oder der parasitierende Sproß eine Stütze getroffen hatte, oder wenn man einen Sproßteil von der Mutterpflanze losgetrennt hatte und um eine Stütze winden läßt. Es können zuerst einige haustorienlose Windungen gebildet werden, welchen dann die echten Haustorienwindungen nachfolgen.

Es ist bekannt, daß beiderlei Windungen abwechselnd stattfinden. MIRANDE vertritt die Meinung, daß das Wiederkehren der Kontaktreizbarkeit mit dem Nahrungsbedarf im Zusammenhange steht. Meine Versuche konnten dies nicht bestätigen. Sowohl bei den Keimpflanzen als auch bei abgetrennten Sprossen wurden beim Zusammentreffen mit einer Stütze nicht immer die Haustorienwindungen als die ersten gebildet, und in beiden Fällen kann nicht angenommen werden, daß die Pflanzen genug Nahrung hätten.

In allen Fällen konnte ich beobachten, wenn Stengel, Äste, Blattstiele usw. umschlungen wurden, daß die Haustorien so gebildet wurden, daß sie die Stütze der Länge nach spalten. Es kommt den Haustorien von *C. Gronovii* (und vielleicht auch anderen Arten) in dieser Beziehung scheinbar eine Orientierungsfähigkeit zu. Sie kommt beim Umwinden der Blätter nur dann zum Vorschein, wenn der Parasit die Nerven getroffen hat, dann sieht man nach vorsichtigem Entfernen des Parasiten, daß die Nerven längsgespalten sind, während in allen Fällen, wo andere Laminateile getroffen wurden, die Haustorien in allen möglichen Richtungen liegen. Man kann daher schließen, daß diese Erscheinung mit der Anordnung der Zellen in der Wirtspflanze zusammenhängt.

Wenn das Anlegen der kontaktreizbaren Zone von *Cuscuta*

Gronovii an einer Stütze erfolgt ist, stellt sich das freie Sproßende in die vertikale Stellung und die Circumnutation wird ganz kurz eingestellt. Die Dauer des Stillstandes hängt von der Entwicklungsstufe der Haustorien ab. Die Haustorienzone ist während der Haustorienbildung immer gelbgrün. Hat der Parasit eine passende Nährpflanze getroffen, so fängt er von jetzt an stark zu wachsen. Seine Farbe geht sehr bald ins Purpurrötliche über. Bezüglich der Nährpflanze ist *C. Gronovii* sehr wenig wählerisch; es gibt allerdings Gefäßpflanzen, die für sie weniger geeignet sind. Es ist schon lange bekannt, daß die Cuscuteen Individuen der eigenen Art überfallen und auf ihnen parasitieren, auch bei *C. Gronovii* kann man häufig sehen, daß sie auf ihrem eigenen Körper schmarotzt; das kann man schon bei den Keimlingen sehen.

Eine ausführliche Arbeit über die hier berührten physiologischen Fragen erscheint demnächst; dort sollen auch Literaturangaben und Figuren veröffentlicht werden.

Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. böhm. Universität in Prag.

48. Marie Korsakow: Über die Wirkung des Natriumselenits auf die Ausscheidung der Kohlensäure lebender und abgetöteter Hefe.

(Eingegangen am 18. Juli 1910.)

Die in den letzten Jahren an den Enzymen vorgenommenen Forschungen bieten die Möglichkeit, über viele mit dem Leben der Pflanze verbundene Vorgänge Aufschluß zu erlangen. So läßt sich mit ihrer Hilfe an die Frage herantreten, wie weit diese Vorgänge durch das Absterben der Pflanze beeinflußt werden. Bis zur letzten Zeit herrschte andauernd die Überzeugung, daß zwischen den chemischen Prozessen in den lebenden und abgetöteten Pflanzen ein Abgrund klafft, daß die mit dem Leben des Organismus verbundenen Vorgänge mit seinem Tode aufhören und an ihre Stelle neue treten, die ausschließlich mit seiner Zersetzung in Verbindung stehen. Erst die Lehre von den Enzymen hat diese Auffassung geändert. Die Enzyme der abgetöteten Pflanze setzen ihre Arbeit in gleicher Weise wie im lebenden Organismus fort. Mit dem Abtöten wird nur dasjenige Moment aufgehoben, das die zweckmäßige Funktion der Enzyme bedingt und reguliert[1]).

1) W. PALLADIN, Die Eigentümlichkeiten der Fermentarbeit in lebenden

Die von mir auf Anregung und unter der Leitung von Professor W. PALLADIN ausgeführten Versuche bezweckten die Feststellung des Verhaltens der lebenden und der getöteten Hefe gegenüber dem Natriumselenit als einem Gift.

Hefe ebensowohl wie Zymin reduzieren infolge ihres Gehalts von Reduktase Natriumselenit zu metallischem Selen. Professor PALLADINs Versuche[1]), Natriumselenit mittelst Zymins zu reduzieren, zeigten, daß eine Glucose von hemmendem Einfluß auf den Reduktionsprozeß ist. Mit Natriumselenitlösung versetzte Zyminproben röteten sich nach 24 Stunden infolge von Ausscheidung metallischen Selens Die Reduktion vollzog sich indessen langsamer in denjenigen Zyminproben, die noch außerdem eine Glucosezugabe erhalten hatten und trat bei höheren Glucosekonzentrationen in den ersten 24 Stunden überhaupt nicht ein. So begann der Reduktionsprozeß in einer 40prozentigen Glucoselösung erst am zweiten Tage.

Um die Art der Wirkung von Natriumselenit auf Zymase aufzuklären, war es notwendig, festzustellen, in welcher Weise die Zymingärung und die Hefegärung durch Gegenwart von Natriumselenit beeinflußt werden. Zu diesem Zweck bestimmte ich die in Gegenwart von Natriumselenit durch Zymin ausgeschiedenen Kohlensäuremengen in einem Selbstgärungsprozeß und in Gärungsprozessen, die in Glucoselösungen von verschiedenen Konzentrationen verliefen. Die Kohlensäurebestimmung wurde mit Hilfe PETTENKOFERscher Röhren ausgeführt. Das Zymin wurde in CHUDJAKOWsche Apparate getan. Für jeden Versuch nahm ich 2 g Zymin in 20 ccm Lösung, die mit 10 Tropfen Toluol versetzt wurde. Die Tabellen I und II zeigen die Resultate dieser Versuche.

I. Zymin.

Versuchs-Nr.	Gehalt von Na_2SeO_3 in %	Gehalt von Glucose in %	Kohlensäure in Milligramm		
			In 24 St.	In 24 St.	Summe
1	—	—	89,2	24,4	113,6
2	4	—	8	—	8,0
3	—	20	161,2	nicht bestimmt	161,2
4	0,1	20	20,4	—	20,4
5	0,1	20	21,6	—	21,6
6	0,5	20	8,4	—	8,4
7	1	20	6,8	—	6,8
8	4	20	3,6	—	3,6

und abgetöteten Pflanzen (ABDERHALDENs Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung I, S. 253. 1910).

1) W. PALLADIN, Zeitschrift f. physiol. Chemie, 56, 81, 1908.

II. Zymin.

Versuchs-Nr.	Gehalt von Na_2SeO_3 in %	Gehalt von Glucose in %	CO_2 in Milligramm		
			In 24 St.	In 24 St.	Summe
1	—	—	73,2	28,4	101,6
2	4	—	4,8	—	4,8
3	—	4	177,2	104	295,6
4	0,5	4	10,8	—	10,8
5	4	4	6	—	6
6	4	40	5,6	—	5,6

Setzt man 100 gleich der Kohlensäuremenge, die durch 2 g Zymin in nicht mit Natriumselenit versetzter 20proz. Glucoselösung freigemacht wird, so ergibt sich folgendes Verhältnis:

III.

Gehalt von Na_2SeO_3 in %	Gehalt von Glucose in %	CO_2 in Milligr
—	20	100
0,1	20	13
0,5	20	5,0
1	20	4,2
4	20	2,2

Die Versuche zeigen, daß Natriumselenit von starker Giftwirkung auf Zymase ist. Die Gegenwart geringer Menge von Natriumselenit setzt die Kohlensäureausscheidung herab und hebt sie unter Umständen ganz auf. Charakteristisch für die Beeinflussung der Zymingärung durch Natriumselenit ist die Regelmäßigkeit, mit der die ausgeschiedene Kohlensäuremenge proportional der höheren Natriumselenit-Konzentration heruntergeht. Das Natriumselenit, das auf diese Weise mindestens eines der Fermente der Zymase tötet, läßt die Reduktase des Zymins unbeeinflußt. Bei Gegenwart von Natriumselenit hört die Kohlensäureproduktion auf. Der Reduktionsprozeß aber schreitet unverändert vorwärts.

Die Giftwirkung des Natriumselenits auf die Zymase zeigte sich aber in einer Herabsetzung und wieder in einer völligen Aufhebung von Kohlensäureproduktion. Der Umstand, daß sich im Apparat die bei der Reduktion des Natriumselenits entstandenen Verbindungen befanden, ließ die Annahme möglich erscheinen, eine Kohlensäurebildung habe trotzdem während der Versuchsdauer stattgefunden, nur sei die entstandene Kohlensäure durch die bei

der Reduktion des Natriumselenits gebildete Verbindung gebunden worden. Zwecks Feststellung, ob im Apparate gebundene Kohlensäure enthalten ist, wurde folgender Versuch gemacht. Es wurde in einen CHUDJAKOWschen Apparat wie üblich Zymin in mit 4proz. Na_2SeO_3 versetzter Glucoselösung getan. Die während 24 Stunden ausgeführten Bestimmungen ergaben, daß eine Kohlensäureausscheidung nicht stattfindet. Nach 24 Stunden wurde vermittelst eines schon früher vorgesehenen Trichters eine Menge Schwefelsäure in den Apparat gegeben. Die Schwefelsäurezugabe rief keine Kohlensäurebildung hervor, und dieses wurde als Fehlen auch gebundener Kohlensäure angesehen.

Wie Tabelle IV zeigt, ist Natriumselenit auf lebende Hefe von völlig anderer Einwirkung als auf Zymin. Für den Versuch nahm ich 2 g gewöhnlicher Preßhefe in 20 ccm 10proz. Glucoselösung und führte die Kohlensäurebestimmung mit Hilfe gleicher PETTENKOFERscher Röhren aus.

IV. Lebende Hefe

CO_2 in Milligramm								
Ohne Na_2SeO_3			0,1 % Na_2SeO_3		0,5 % Na_2SeO_3		10 % Na_2SeO_3	
1 St.	55,6	pro St. 60,8	1 St. 80	p. St. 73,6	1 St. 84,4	p. St. 80,2	1 St. 16	p. St 14,8.
1½ St	107,2		1 St. 67,2		1 St. 76,0		1½ St. 31,6	
1 St.	65,2						1 St. 17,6	

V. Lebende Hefe.

CO_2 in Milligramm				
	Ohne Na_2SeO_3	1 % Na_2SeO_3	10 % Na_2SeO_3	20 % Na_2SeO_3
1 St.	—	48	18	10,8
1 St.	74,8	54,8	20,8	14,4
1 St.	51,6	32	22,8	12,8
Nach 20 Stunden.				
1 St.	56,8	—	10	8,8
1 St.	62,4	24,8	8,8	8,8
1 St.	44,4	20	9,2	8,4

Setzt man = 100 diejenige Kohlensäuremenge, die pro Stunde in natriumselenitfreien Portionen ausgeschieden wurde, so erhält man folgende Verhältnisse für lebende Hefe:

1. Versuchsreihe.

Ohne Na_2SeO_3	0,1 % Na_2SeO_3	0,5 % Na_2SeO_3	10 % Na_2SeO_3
1 St. 100	121	132	24,3

2. Versuchsreihe.

	Ohne Na_2SeO_3	1 % Na_2SeO_3	10 % Na_2SeO_3	20 % Na_2SeO_3
1 St.	100	41	20,5	12,6
Nach 20 Stunden.				
1 St.	100	40,8	17	8,7

Aus dem angeführten Zahlenmaterial ergibt sich, daß in Lösungen von geringer Natriumselenit-Konzentration die Hefegärung sehr energisch verläuft. Man kann sogar sagen, daß die Gegenwart von Natriumselenit den Prozeß beschleunigt. In 1proz. Natriumselenitlösung, in dem die Kohlensäureproduktion des Zymins gänzlich aufhört, ja sogar in 10- und 20proz. Lösungen verlangsamt sich wohl die Hefegärung, nichtsdestoweniger verläuft sie noch immer unter Bildung beträchtlicher Kohlensäuremengen.

Die Wirkung des Natriumselenits ist also eine verschiedene auf abgetötete und lebende Objekte. Während das Natriumselenit in Zymin den Kohlensäure-Ausscheidungsprozeß zum Stillstand bringt, wirkt es nicht in analoger Weise auf lebende Hefe ein. Ein lebender Stoff besitzt demnach scheinbar die Fähigkeit, sich gegen eingeführtes Gift zu wehren, während das abgetötete Objekt dieser Fähigkeit insofern verlustig gegangen ist, als es seine Tätigkeit nicht der Lage anpassen kann, in der es sich befindet.

Dieses vorausgesetzte Vermögen der Pflanze, Schutzstoffe zu bilden, kann die Tatsache erklären, daß dieselbe Zymase in abgetöteter und lebender Hefe ein verschiedenes Verhalten zeigt.

St. Petersburg, Botanisches Laboratorium der Frauenhochschule.

49. A. Pascher: Über einige Fälle vorübergehender Koloniebildung bei Flagellaten.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit Tafel IX.)

(Eingegangen am 20. Juli 1910.)

Über die ontogenetische Entwicklung einzelner Flagellaten-Kolonien sind wir dank der Untersuchungen GOEBELs[1]), PRINGSHEIMs[2]), HIERONYMUS[3]) und anderer gut unterrichtet, insbesondere gilt dies bezüglich der Bildungsweise der Volvocalen-Kolonien.

Bleiben dabei auch einzelne Punkte noch ungeklärt oder unrichtig gedeutet, so kennen wir die Entwicklung dieser Kolonien doch viel besser, als die Bildung der Kolonien der Flagellaten im engeren Sinne, von welchen wir nur wissen, daß sie im allgemeinen anders verläuft als bei den relativ hochstehenden Volvocalen.

Über die phylogenetische Entwicklung der Kolonien ist noch wenig bekannt. Es wurden nur äußerst selten Vereinigungen gefunden, die als primitive Vorläuferstadien zu jenen hochentwickelten Kolonien gedeutet werden könnten; trotzdem mußte angenommen werden, daß es auch derartige primitive Vereinigungen gegeben hat beziehungsweise noch gibt, welche im Verlaufe ihrer weiteren Entwicklung jene Kolonieformen bildeten, von denen es nicht mehr bestimmbar ist, ob sie noch als Kolonien oder als selbständige Individuen höherer Ordnung anzusprechen sind.

Es glückte mir nun, bei meinen Untersuchungen über die Mikroflora des Süßwassers einige Male derlei Stadien von Vereinigungen, die als Vorläufer höherer wirklicher Kolonien aufgefaßt werden können, zu beobachten.

---

1) GOEBEL, Grundzüge der Systematik und speziellen Pflanzenmorphologie 1882.

2) PRINGSHEIM, Über Paarung von Schwärmsporen usw., Monatsberichte der k. Akad. d. Wiss. Berlin 1869. Ges. Abh. I.

3) HIERONYMUS, Über *Stephanosphaera pluvialis*, COHNs Beiträge 1884; vergleiche ferner MIGULA, Bot. Centralbl. 1890; GOROSCHANKIN, Nachr. der Kais. Ges. d. Naturf., Moskau 1875; KIRCHNER, COHNs Beiträge 1879 und andere. Eine ausführliche Literaturzusammenstellung folgt in der projektierten größeren Arbeit.

Von den sechs bezüglichen Fällen möchte ich nur die vier ersten als derart primitive betrachten; der fünfte kam auf ganz andere, anormale Weise zustande.

Die ersteren Beobachtungen primitiver Koloniebildung beziehen sich auf Chrysomonaden, die letzte auf eine Chlamydomonadacee (*Chlamydomonas spec.*), welche palmelloide Stadien lieferte.

Bei den beiden erstbeobachteten Chrysomonaden war die primitive Koloniebildung wenig, bei den beiden anderen jedoch deutlich ausgeprägt.

Ich will zunächst die ersteren besprechen, bei denen es noch zu keiner weitgehenden Vereinigung kam, die aber deswegen interessant sind, weil hier bereits eine gleichsinnige Bewegung der Geißeln stattfand.

Diese wurde beobachtet bei *Chromulina fenestrata*[1]), dann gleicherweise bei *Pyramidochrysis modesta*[2]).

Bei den erstgenannten Flagellaten fiel mir zum ersten Male auf, daß bereits völlig durchgeteilte Individuen oft noch lange Zeit beisammen blieben, wobei die umhüllende Gallerte zwar nicht auffallend stark, dennoch deutlich entwickelt war. Daß in den ersten Teilungsstadien, wo zwar eine Verdoppelung des Kernes, des Augenfleckes und der Geißel bereits stattgefunden hatte, jedoch die völlige Trennung des Protoplasten noch nicht erfolgt war, eine Bewegung der Geißeln in völlig gleichem Sinne stattfand, ist an und für sich noch nicht sehr verwunderlich.

Diese gleichsinnige Bewegung bleibt jedoch auch erhalten, wenn die Protoplasten bereits allem Anscheine nach durchgetrennt sind, die Tochterindividuen sich bereits völlig ausgebildet haben und schon deutlich voneinander abgerückt in der Gallerte liegen, beziehungsweise nur mehr durch Gallerthülle zusammengehalten werden. Die Geißeln schlugen völlig gleichsinnig, obwohl die beiden Individuen augenscheinlich in gar keinem organischen Zusammenhange mehrstanden. Die Bewegung war infolge des Gallertmantels etwas gestört, die Geißelschwingung ein wenig gehindert

1) PASCHER, Neue Chrysomonaden aus den Gattungen *Chrysococcus, Chromulina, Uroglenopsis* (OESTER. Bot. Zeitschr. 1910, S. 1). — *Chromulina fenestrata* wurde in einer demnächst erscheinenden Arbeit als Vertreter der neuen Gattung *Chrysapsis* aufgestellt.

2) PASCHER, *Pyramidochrysis*, eine neue Gattung der Chrysomonaden (Berichte d. Deutsch. Bot. G. XXVII, S. 555).

und verlangsamt, daß sich also leicht beobachten ließ, wie die Geißeln zu gleicher Zeit nach links oder rechts ausschlugen und diese gleichsinnige Bewegung auch während der ganzen Zeit der Beobachtung beibehielten.

Ganz die gleiche Erscheinung zeigte sich auch bei *Pyramidochrysis modesta* Pascher. *Pyramidochrysis modesta* teilt sich ebenfalls wie *Chromulina fenestrata* nur im beweglichen Zustande. Diese Teilungsstadien sind bei *Pyramidochrysis splendens* nur ganz leicht durch Gallerte zusammengehalten, bei *Pyramidochrysis modesta* dagegen sind die Hüllen recht dick und mächtig, erschweren daher auffallend die Bewegung. Bei *Pyramidochrysis* ist obendrein die Geißel ziemlich kräftig und schwingt nicht in gleicher Weise hin und her, wie es bei *Chromulina* der Fall ist; die Bewegung von *Pyramidochrysis* kommt vielmehr zustande wie bei *Astasia:* nur der vordere Teil der Geißel dreht sich schraubenförmig resp. propellerartig, wobei er die Mantelfläche eines verkehrten Trichters umkreist.

Auch bei *Pyramidochrysis modesta* ließ sich außerordentlich schön eine gleichförmige Bewegung der Geißeln sehen, obwohl die beiden Tochterindividuen völlig getrennt innerhalb der mächtigen Gallerthülle lagen. Diese schraubende, gleichsinnige Bewegung der Geißeln wurde auch wieder aufgenommen, nachdem der Schwärmer, durch äußere Reize beeinflußt, seinen gleichförmigen Bewegungsmodus eingestellt hatte, wild die Geißel einschlug und sich damit weithin durchs Wasser fortschleuderte. Nach der Beruhigung trat dann wieder die gleichmäßig schraubende Bewegung der Geißeln ein, und zwar bei beiden Individuen wieder völlig übereinstimmend.

Derartige, eine Zeitlang durch Gallerte zusammengehaltene Teilungsstadien sind gewiß als die ersten Anfänge einer Koloniebildung zu betrachten, um so mehr, als auch bei ihnen die Geißelbewegung bereits gleichsinnig geworden. Bei den meistbeobachteten Fällen wie *Chromulina fenestrata* und *Pyramidochrysis modesta* sah ich immer bloß zwei Individuen vereinigt liegen. Nun möchte ich noch einiger Fälle Erwähnung tun, bei denen diese Koloniebildung bereits weiterhin gediehen war, also nicht bloß zwei Individuen als Produkte eines Teilungsaktes, sondern die Produkte mehrerer Teilungsakte durch längere Zeit beisammengehalten wurden und sich wie einheitliche Kolonien aufführten, worauf sich erst die einzelnen Individuen trennten, um isoliert weiterzuleben.

Die anderen bei Chrysomonaden beobachteten Fälle primitiver Koloniebildung, weichen von diesen beiden ersterwähnten dadurch ab, daß hier bereits eine größere Anzahl von Individuen eine Zeitlang im zönobialen Verbande blieb.

In einer klaren, kalten Quelle an der Straße zwischen Mugrau und Stein im südlichen Böhmerwalde fand sich eine Zeitlang eine kleine braune Chrysomonade, die ich damals nicht näher bestimmen konnte; im Anhange gebe ich nun die Beschreibung dieses Organismus (*Ochromonas sociata*), der mir jetzt nach genauer Kenntnis der bezüglichen Literatur als neu erscheint.

Diese Chrysomonade trat nun häufig in Teilungsstadien auf. Die Teilung erfolgte gleichfalls im beweglichen Zustande unter Ausscheidung von viel Gallerte. Die jungen Individuen blieben ebenfalls lange beisammen und trennten sich nur langsam voneinander. Häufig fanden sich auch zwei völlig entwickelte Schwärmer nebeneinander, ganz so wie bei *Chromulina fenestrata*.

Doch hielten sich auch die Teilungsprodukte zweier Teilungen beieinander. Es traten bandförmige, von einem Gallertmantel bekleidete Kolonien auf, die von vier nebeneinanderliegenden, gleich orientierten Individuen gebildet wurden, welche sich langsam schaukelnd fortbewegten. Diese Vereinigungen hielt ich anfangs für eine andere koloniebildende Chrysomonade, bis ich entsprechende Teilungsstadien fand, bei denen sich die beiden Tochterindividuen der ersten Teilung von neuem zur Teilung anschickten, ohne die Gallerthülle des ersten Teilungsvorganges verlassen zu haben. Außerdem waren hie und da bereits Kolonien von vier Schwärmern zu sehen, die zwar völlig geteilt nebeneinanderlagen, jedoch noch nicht zu normaler Ausbildung entwickelt waren; mehrere solcher Stadien waren in verschiedener Entwicklung wahrzunehmen.

Aus diesem Beobachtungsbestande ging auf jeden Fall hervor, daß die Individuen sich fast nie sofort nach der ersten Teilung trennten, sondern immer eine längere Zeit beisammen blieben. Oft erfolgte die Trennung aus der einschließenden Gallerte so spät, daß die Tochterindividuen bereits zur zweiten Teilung schritten, wodurch insbesondere durch den Umstand, daß keinerlei Verschiebungen und Drehungen unter den beiden ersten Teilungsprodukten auftraten, die Bildung bandförmiger Kolonien, bestehend aus vier gleich orientierten Individuen, stattfand.

Mehr als vier Zellen fanden sich in diesen Kolonien nicht. Im Gegenteil, bald machte sich bei derartigen kolonialen Stadien deutlich der Trennungsprozeß bemerkbar: Die Gallerte wurde

stets dünner und flüssiger und hielt nur gerade mehr die einzelnen Zellen zusammen. Die Bewegung der Geißeln war gleichsinnig, was schon aus der Tatsache hervorgeht, daß die ganze Kolonie in stetiger schaukelnder Bewegung begriffen war; besonders deutlich war dies bei Kolonien zu ersehen, bei denen die vier eben geteilten Individuen noch in langsamer Bewegung begriffen waren, also auch die Geißelschwingungen noch träge erfolgten.

Während nun bei dieser Flagellate nur relativ labile bandförmige Kolonien entstanden, die kaum gebildet, sich wieder auflösten, so sind uns doch andererseits Flagellaten bekannt, die dauernd ganz übereinstimmende, bandförmige Kolonien bilden.

Typisch bandförmige Kolonien, die den eben beschriebenen völlig analog sind, bildet die Craspedomonadengattung *Desmarella*, bei der sich bis 16 Individuen zu Bändern vereinigen, wobei nicht selten vier zu vier verkehrt zueinander orientiert sind. Bei anderen Gattungen schließen diese Kolonien radförmig zusammen, wie es z. B. schön zu sehen ist bei *Bicoeca socialis*.

Doch auch Chrysomonaden bilden bandförmige Kolonien, die rad- oder trichterförmig zusammenschließen; ich verweise diesbezüglich auf die ziemlich selten vorkommenden *Cyclonexis annularis*.

Bei der Chrysomonade *Chlorodesmus hispidia*, einer meines Wissens seit ihrer Entdeckung durch PHILIPPS nicht wiedergefundenen Chrysomonade, finden sich ebenfalls rein bandförmige Kolonien.

Aus obigen Fällen ist also ersichtlich, daß bandartige Kolonien, ähnlich denen, wie sie bei der besprochenen Chrysomonade nur vorübergehend durch verzögerte Trennung nach den einzelnen Teilungen zustande kommen, bei anderen Gattungen konstant und charakterisierend auftreten, eine Erscheinung, die uns die Bildung letzterer auf dem Wege über erstere leicht verständlich macht.

Auch der andere der beiden Fälle, weiter vorgeschrittener Koloniebildung kam bei einer Chrysomonade vor. Hier kam es aber nicht zur Bildung ausgesprochen bandförmiger Kolonien, sondern es resultierten jene Formen, bei denen die einzelnen Individuen mehr oder minder regellos in der Gallerte verteilt liegen.

Auch diese Chrysomonade war nicht zu identifizieren. Es waren länglich ellipsoidische Zellen mit einem seitenständigen Chromatophoren, großem Zellkern, fein granulierter Hautschicht, kleinem, punktartigen Augenfleck und einer einzigen, den Protoplasten einundeinhalbmal an Länge übertreffenden Geißel.

Diese Chrysomonade teilte sich ebenfalls nur im beweglichen Zustande unter Bildung von Gallerte. Die Tochterindividuen blieben jedoch noch lange beisammen, rückten dabei oft weit voneinander ab, wobei oft eine Drehung oder Wendung einzelner Individuen eintrat; endlich traten sie aus der Gallerte aus und trennten sich. Sehr häufig kam es nun vor, daß sie sich bald wieder teilten, so daß nun vier, mehrmals sogar acht Individuen in der Gallerthülle eingeschlossen waren. Diese reihten sich jedoch nicht immer in Form eines unregelmäßigen Bandes aneinander an, sondern lagen hie und da bei gleichsinniger Orientierung neben- und übereinander, oder auch radiär angeordnet, zum Teil ganz unregelmäßig verteilt. In einzelnen Fällen lagen vier Individuen ganz so beisammen, wie es für *Gonium sociale* charakteristisch ist; andere erinnerten mehr an *Eudorina* oder *Uroglenopsis*. Diese Ausbildungsarten kamen sicher dadurch verschieden zustande, je nachdem die Teilungsprodukte der einzelnen Teilungen voneinander abrückten, sich gegeneinanderstellten oder wendeten. Diese Verschiebungen der Tochterindividuen innerhalb der Gallerte erfolgten meines Erachtens nicht so sehr durch die Eigenbewegung der Schwärmer, als vielmehr durch unregelmäßige Gallertabscheidung. Jedenfalls ist es merkwürdig, daß sich bei einer Chrysomonade die Teilungsprodukte, die sich nicht sofort trennen, in verschiedener Weise anordnen können.

Ähnliche Stadien sind schon früher speziell bei Chromulinaceen bereits bekannt geworden. So beschreibt LAUTERBORN eine *Chromulina mucicola*, deren allerdings viel größere Kolonien auf ähnliche Weise zustande kommen. „Die Zellen dieser *Chromulina*-Art leben nämlich im beweglichen Zustande zu vielen in leichtzerfließenden, oft mehrere Zentimetern langen, braunen Gallertlagern, die an untergetauchten Wasserpflanzen befestigt sind und lebhaft an *Hydrurus*- oder *Tetraspora*-Kolonien erinnern." Bei *Chromulina mucicola* bringt es allerdings die kolossale Gallertanhäufung mit sich, daß das ganze Lager nur mehr passiv beweglich wird; bei der meinerseits beobachteten Chrysomonade dagegen blieben die durch Teilung entstandenen Kolonien vollständig selbstbeweglich und verhielten sich völlig wie *Eudorina*- oder *Uroglenopsis*- oder *Gonium*-Kolonien, allerdings nie Zeit ihres Lebens, sondern nur vorübergehend, bis eben die mählich vorschreitende Verflüssigung der Gallerte die Einzelindividuen isolierte.

Es scheint mir hier auch passende Gelegenheit zu sein, auf einen Organismus, ebenfalls eine Chrysomonade, zu verweisen, die durch ihre relativ primitive Koloniebildung interessant ist. Im Hirschberger Großteiche (Nord-Böhmen) fanden sich während der Sommermonate vereinzelt ellipsoidische gallertige Kolonien, radiär angeordneter peripher stehender Chrysomonadenindividuen, wahrscheinlich aus der Familie der Ochromonaden. Zahlreiche bis 64 und mehr Individuen werden in dieser am Rande scharf abgegrenzten Gallerte zusammengehalten. Diese Gallerte ist aber nicht fest, sondern trotzdem sie eine scharfe Begrenzung zeigt, weich und nachgiebig, und die einzelnen Individuen können sich innerhalb der Gallerte ziemlich weitgehend bewegen, den Platz, wenn auch langsam verändern, sich drehen, vor- und zurückgehen, kurz, sie sind, trotzdem sie in dieser Vereinigung leben, noch nicht fest aneinandergeschlossen und noch nicht derart in der Gallerte fixiert, wie es bei vorgeschrittenen Kolonien der Fall zu sein pflegt. Diese neue Chrysomonade, die eine Mittelstellung zwischen *Ochromonas* und *Uroglenopsis* einzunehmen scheint und von der die Beschreibung anderen Ortes gegeben wird, nimmt eine interessante Mittelstellung ein, zwischen den primitiven Koloniebildungen bei *Ochromonas sociata* und *Chromulina Hokeana*, bei denen sich die Individuen wieder trennen und schließlich isoliert leben und zwischen den kompliziert gebauten Kolonien wie bei *Uroglena*, *Synerypta* und die der Volvocineen, bei der die Zellen fixiert und in bestimmter Weise angeordnet sind. *Ochromonas botrys* stellt dieses Mittelglied um so schöner dar, als hier die Gallerte zwar noch flüssig und weich, dennoch scharf nach außen begrenzt ist. Die Individuen besitzen innerhalb der weichen Gallerte eine relativ weitgehende Beweglichkeit, treten aber dennoch nicht aus der Gallerte heraus und leben allem Anscheine nach im Gegensatze zu den anderen bis jetzt erwähnten primitiven Koloniebildungen dauernd im kolonialen Verbande.

Interessant ist, daß auch die Gattung *Chromulina* ähnliche Anhäufungen von zahlreichen Individuen in recht weicher Gallerte bilden, Gallertlager, die so weich sind, daß sich die einzelnen Schwärmer innerhalb der Gallerte weitgehend bewegen können. *Chromulina nebulosa* und *Chromulina mucicola*. Hier sind aber die Gallertlager unbeweglich, sie bilden kleine festsitzende oder flottierende Klümpchen oder Flöckchen.

Kamen die den bis jetzt erwähnten Fällen primitiver vorübergehender Koloniebildung dadurch zustande, daß sich die entstandenen Tochterzellen

längere Zeit nicht voneinander trennten, so war die Bildungsweise bei dem zuletzt zu erwähnenden Falle eine ganz andere, so daß ich diesen nur ganz mit Vorbehalt als Beispiel primitiver Koloniebildung hinstellen möchte.

In der Hauptvakanz des Jahres 1909 trat in einem Graben längs der Straße von Mugrau nach Stein im Böhmerwalde eine unbestimmbare *Chlamydomonas*-Art auf. Bewegliche Zustände waren äußerst selten, vielmehr dominierten Palmellastadien. Innerhalb leichtflüssiger, wenig konsistenter Gallerte lagen zahlreiche, ellipsoidische Schwärmerindividuen, die deutlich einen muldenförmigen Chromatophoren, ein rundes Pyrenoid, ein glänzendes Stigma und lebhaft pulsierende Vakuolen hatten.

Diese Gallertzustände standen gerade im Auflösungsprozesse, die einzelnen Individuen begannen sich herauszuarbeiten, und es war schön, zu sehen, wie die eine der beiden Geißeln gerade vorwärtsgestreckt wie ein Bohrer arbeitete, während die andere nach rückwärts gerichtete langsam nachschob. Gewöhnlich erfolgte das Freiwerden der einzelnen Individuen ohne erhebliche Hindernisse. Nicht selten aber geschah es, daß sich bei diesem Herausarbeiten einzelne Fetzen der Gallerte samt den darin befindlichen Individuen vom großen Klumpen loslösten. Manchmal gelang es den einzelnen Zellen, sich aus diesen kleineren Fetzen herauszuarbeiten, oft aber fing sich der letztere mit seinen Schwärmern durch die Bewegung der Geißeln, die gerade herausstrebten, zu drehen an und bewegte sich schließlich wie eine einheitliche Kolonie. Dann konnten sich aber die Schwärmer nicht mehr befreien.

Der abgetrennte Gallertteil behielt nun seine unregelmäßige Form nicht, sondern wurde ellipsoidisch bis kugelig — und so kamen Gebilde zustande, die relativ selbständig im Wasser herumrollten und, wenn auch nur entfernt, an eine mißbildete *Eudorina* erinnerten. Mit der Zeit verflüssigte sich die Gallerte dieser pseudokolonialen Gebilde; die einzelnen Monaden wurden frei, um wieder isoliert zu leben.

Diese bei den Chrysomonaden beobachteten Fälle primitiver Koloniebildung zeigen uns schön, wie die Koloniebildung bei den Flagellaten zustande gekommen zu sein scheint.

Zuerst blieben die Teilungsprodukte der ersten Teilung längere Zeit locker beisammen, um dann sich wieder zu trennen. Später erfolgte noch während des Beisammenbleibens der Individuen der ersten Teilung die zweite Teilung, so daß nicht mehr zwei sondern vier Individuen für einige Zeit vereinigt waren. Da die Geißelbewegung gleichsinnig blieb, wenigstens so lange, als sie von der gemeinsamen Gallerte umhüllt war, so liegt in der Lokomotion als solcher kein Hindernis für das Zustandekommen solcher länger dauernder Vereinigungen. Entweder erfolgte nun in diesem Viererstadium die Trennung wie bei *Ochromonas sociata*, bei welcher die durch Längsteilung sich ergebende Aneinanderreihung beibehalten wird — oder die Individuen bleiben nach neuerlicher dritter Teilung beisammen, so daß schon vorüber-

gehende Kolonien von acht Zellen zustande kommen resp. durch Gallerte zusammengehalten werden (*Chromulina Hokeana*). Hierbei wird die ursprüngliche, sich durch Längsteilung ergebende Ordnung oft dadurch durchbrochen, daß einerseits die Gallertbildung nicht ganz gleichmäßig erfolgt, andererseits die Individuen noch nicht durch die Gallerte selber fixiert sind und sie noch relativ weitgehende Selbstbeweglichkeit innert der Gallerte haben.

Aber bereits bei solch primitiven Fällen beginnender Koloniebildung (vgl. *Chromulina Hokeana*) sind bereits jene Formen der Kolonien angedeutet, die wir bei dauernd cönobialen Flagellaten fixiert finden: die Typen wie sie durch *Gonium*, *Eudorina*, *Pandorina*, *Stephanosphaera* usw. repräsentiert werden.

Diese höheren Kolonieformen kommen nun dadurch zustande, daß die Individuen räumlich fixiert werden, die Gallerte bestimmte Ausbildungsweisen und Strukturen annimmt und immer weniger labil wurde.

Der bedeutsamste und einschneidendste Fortschritt in der Koloniebildung war aber der, daß sich die Reihenfolge der Zellteilung auf die Koloniebildung einstellte, sich dieser anpaßte. Wann und wie die radförmige Zellteilung der Volvocaceen mit ihrer verschiedenen, doch gesetzmäßigen Orientierung der Teilungsebenen die aber immer in der Längsachse verlaufen, erworben wurde, das wissen wir nicht.

Die Flagellaten im engeren Sinne des Wortes kennen diese verschiedene Orientierung der Teilungsebene noch nicht. Die Teilung erfolgt bei ihnen immer in derselben Ebene in bezug auf das Individuum, und die verschiedene Anordnung der Einzelindividuen in der Kolonie kommt erst sekundär, entweder dadurch die Art der Gallertbildung, oder die Bildung eigener Gallertfäden, spontanes Wandern der Teilungsprodukte und passives Verschobenwerden durch ungleichmäßige Ausbildung der Gallerte, oder durch die sich in ihrer gegenseitigen Lage immer mehr beeinflussenden Individuen selber zustande. Und auch in diesem Sinne bieten uns die im vorstehenden beschriebenen, bei den Chrysomonaden beobachteten Fälle primitiver Koloniebildung einige Fingerzeige für die Entwicklung der Kolonie selber.

Vielleicht können wir uns die Genese der Koloniebildung bei den Flagellaten durch folgende Gruppierung der beobachteten Stadien veranschaulichen.

Die Zellen werden zunächst nach der Teilung eine Zeitlang durch Gallerte zusammengehalten und trennen sich dann . . . . . *Chromulina fenestrata*, *Pyramidochrysis modesta*

die Teilungsprodukte zweier Teilungen bleiben eine Zeitlang im Verbande und bilden bandförmige oder unregelmäßige Verbände . . . *Ochromonas sociata*, *Chromulina Hokeana*

die Teilungsprodukte dreier Teilungen werden vorübergehend in Form beweglicher Kolonien mit verschiedenartig gruppierten Individuen zusammengehalten . . . . . *Chromulina Hokeana*

die Individuen sind zu vielen in einer relativ weichen, nicht zerfließenden Gallerte gehäuft, bleiben dauernd in diesem Verbande, besitzen aber noch das Vermögen der Ortsveränderung innerhalb der Gallerte . . . . . *Ochromonas botrys*

die Individuen sind in einer konsistenten kugeligen Gallerte peripher und radiär, sonst aber regellos vereinigt . . . . . *Uroglenopsis*

oder sind zentral radiär angeordnet wie bei *Chromulina Hokeana*, wobei die Zellen mit ihren Basalenden in Verbindung miteinander treten können . . . . . *Synerypta*, *Synura*

oder es treten im Verlaufe der weiteren Entwicklung bestimmt differenzierte Gallertfäden *Uroglena*

oder bestimmte Gallertstrukturen, Gehäusebildungen, bestimmte Verschiebungen der Tochterindividuen auf, wie sie ja speziell bei den Chrysomonaden so häufig vorkommen.

Im allgemeinen sind auch die Volvocaceenkolonien so gebaut wie die der Chrysomonaden: *Pandorina* nach dem Typus von *Synerypta* oder *Synura*, *Eudorina* und *Pleodorina* wie *Uroglenopsis*, *Chromulina Hokeana* liefert zu *Gonium* ein Parallelstück, während *Volvox* und *Platydorina* wie auch *Stephanosphaera* ebenfalls Analogien zu Chrysomonadenkolonien aufweisen, wenn sie auch viel komplizierter gebaut sind.

Allerdings kommen die Kolonien der Volvocaceen anders zustande, als die der Chrysomonaden und der Flagellaten im engeren Sinne überhaupt, besitzen doch erstere die erst spät erworbene berühmte radförmige Teilung und das *Volvox*kreuz, Längsteilung mit bestimmt veränderter Orientierung der Teilungsebene, während die

Bildung der Flagellatenkolonien (im engeren Sinne) durch Längsteilung der Individuen nach derselben Ebene erfolgt.

Eine andere Frage ist die, ob die Chrysomonaden, die derzeit nur vorübergehende Koloniebildung haben wie *Chromulina Hokeana* oder *Ochromonas sociata* im Laufe ihrer Entwicklung noch zur Bildung dauernder Kolonien gelangen werden.

Der bei *Chlamydomonas* beobachtete Fall hat genetisch kein Interesse; ich glaube nicht, daß auf diese Weise je Koloniebildung zustande kam.

Im Anhange gebe ich noch die Beschreibung der besprochenen neuen Chrysomonaden *Chromulina Hokeana* und *Ochromonas sociata.*

Chromulina Hokeana nov. spec. Zellen einzeln oder vorübergehend in unregelmäßigen, kolonialen beweglichen Verbänden lebend, eiförmig-ellipsoidisch; Chromatophor in der Einzahl, muldenförmig, seitenständig, Augenfleck klein punktförmig, dem vorderen Rande des Chromatophoren ansitzend, Kern mittelständig, Vakuolen deutlich, Geißel eineinhalbmal so lang als der nicht metabolische Protoplast. Hautschicht glatt; Teilung im beweglichen Zustande, Dauerstadien nicht beobachtet.

Länge der Zellen 13—15 μ,
Breite 6—8 μ.

Chromulina Hokeana ist vielleicht verwandt mit *Chromulina ovalis* Klebs, besitzt aber nicht deren ausgerandetes Vorderende und die Metabolie, auch nicht Teilung im Ruhezustande wie letztere.

Ochromonas sociata nov. spec. Zellen nicht metabolisch, einzeln oder vorübergehend zu 2—4 in kleinen bandförmigen kolonienähnlichen Verbänden lebend, ellipsoidisch. Chromatophoren zwei, seitlich gelegen und wandständig; Hautschicht glatt; Geißeln zart, die längere $1^1/_4$—$1^1/_2$mal so lang als der Protoplast, die kleinere nur $^1/_3$ der längeren messend.

Länge der Zellen 11—13 μ,
Breite 6—8 μ.

Diese neu beschriebene *Ochromonas*-Art hat große Ähnlichkeit mit *Ochromonas variabilis* H. Meier, unterscheidet sich aber von dieser durch die Teilung im beweglichen Zustande, ferner durch die etwas bedeutendere Größe und den Besitz des Augenfleckes.

In einer klaren kleinen kalten Wiesenquelle an der Straße von Mugrau nach Stein im südlichen Böhmerwalde.

Prag, im Juli 1910, Botanisches Institut der deutschen Universität.

Erklärung der Tafel IX.

Fig. 1—2. *Pyramidochrysis modesta*. Je zwei durch Gallerte zusammengehaltene Zellen.

Fig. 3—10. *Chromulina Hokeana*, verschiedene Formen vorübergehender cönobialer Vereinigungen. 3, 4, 7 bandförmige Vereinigungen, 5 nach dem *Pandorina*-Typus, 6, 8, 9, 10 nach dem *Eudorina*-Typus und Übergänge zu demselben.

Fig. 11—12. *Ochromonas botrys* 11. Einzelindividuen, 12. Kolonie.

Fig. 13—19. *Ochromonas sociata*, Einzelindividuen und bandförmige Kolonien in verschiedenen Stadien der Auflösung.

Fig. 20—22. *Chlamydomonas* spec., 20. Teil des Palmellalagers, 21. ein Individuum beim Ausschlüpfen aus der Gallerte mit den charakteristisch gestellten Geißeln. 22 losgelöstes Stück des Gallertlagers, das sich wie eine selbständige Kolonie weiterbewegt.

---

50. Gustav Gassner: Über Keimungsbedingungen einiger südamerikanischer Gramineensamen.

(1. Mitteilung.)

(Eingegangen am 26. Juli 1910)

Die Veranlassung der im folgenden mitgeteilten Keimversuche mit Samen südamerikanischer Gramineen gaben mißglückte Aussaatversuche derselben im Versuchsfeld für Acker- und Pflanzenbau der Landwirtschaftlichen Hochschule Montevideo, die mein Kollege Professor Dr. DAMMANN verschiedentlich anstellte, sowie im Botanischen Garten derselben Hochschule, wo ich dieselben zu Demonstrationszwecken ausgesät hatte. Da die gleichzeitig ausgesäten Samen von *Dactylis*, *Lolium*, *Poa*, *Festuca* und anderen aus Europa eingeführten Gramineen unter denselben Bedingungen gut keimten, war von vornherein ein Hinweis auf Verschiedenheiten in der Keimungsbiologie gegeben, der dann auch in den Versuchen selbst bestätigt wurde.

Zur engeren Untersuchung wurden die Samen von *Chloris ciliata* Swartz, *Chloris distichophylla* Lag., *Stenotaphrum glabrum* Trin., *Paspalum dilatatum* Poir., *Paspalum cromyorrhizon* Trin. herangezogen. Die Versuche selbst fanden in dem mir s. Z. unterstellten botanischen Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule Montevideo statt; beim Anstellen derselben sowie bei den Ablesungen

war der Assistent des Instituts, Herr EDUARDO LLOVET, mir in dankenswerter Weise behilflich.

Keimversuche mit Samen von *Chloris ciliata* Swartz.

Das zu den Versuchen verwendete Material war Ende März 1909 in der Umgebung von Montevideo gesammelt; die Versuche selbst begannen im Mai und wurden im Februar 1910 durch meinen Fortgang aus Montevideo unterbrochen, so daß sie als nicht vollständig abgeschlossen anzusehen sind.

Die zu den Versuchen dienenden Samen wurden in offenen Glasgefäßen aufbewahrt und dann unentspelzt zur Keimung in PETRIschalen ausgelegt, deren Deckel mit einer einfachen und deren Boden mit einer doppelten Schicht Fließpapier ausgekleidet war, das mit destilliertem Wasser entsprechend feucht gehalten wurde. Zu jedem Versuch dienten gewöhnlich 4 PETRIschalen, die jede mit 50 Korn beschickt wurden. Die Versuchsdauer betrug bei jedem Versuch mindestens 4 Wochen, oft jedoch viel länger, da die Versuche frühestens abgebrochen wurden, wenn 2 Wochen nach der zuletzt eingetretenen Keimung keine neuen Keimungen mehr stattgefunden hatten. Als Alter der Samen ist in diesem und allen folgenden Versuchen die Zeit der trockenen Aufbewahrung, also die Zeit vom Zeitpunkt der Ernte der Samen bis zum Auslegen ins Keimbett (Versuchsbeginn) angegeben.

Die ersten orientierenden Vorversuche fanden im Mai statt und ergaben, daß im Dunkeln bei Temperaturen von 18° und von 30° keine Keimungen eintraten. Es zeigte sich dann weiter, daß mit zunehmendem Alter (Nachreife) der Samen das Keimprozent der im Dunkeln schließlich zur Keimung kommenden Samen, wenn auch sehr langsam, steigt, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht.

Tabelle I. (Versuche im Dunkeln.)

Alter d. Samen bei Versuchsbeginn (Auslegen ins Keimbett)	Keimprozente bei								
	18—20°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	45°
8 Wochen	0	—	—	0	—	—	—	—	—
10 „	0	—	—	0	—	—	—	—	—
12 „	0	—	—	0	—	0	—	2	—
14 „	0	—	—	1	—	—	—	—	—
31 „	0,5	0	—	4	—	3,5	—	4	0
35 „	0	1,5	—	3,5	—	6	—	4	—
39 „	0	—	1,5	5,5	5,5	—	7,5	5	1
42 „	0	—	—	—	4	—	—	—	—
43 „	0	—	—	—	5	—	—	—	—
44 „	—	—	—	—	2,5	—	—	—	—

Die Tabelle zeigt gleichzeitig die minimalen, optimalen und maximalen Keimungstemperaturen bei Keimung im Dunkeln; das Keimungsminimum liegt etwa bei 20 °, das Optimum um 35 ° herum, das Maximum bei etwas weniger als 45 °, die Keimungstemperaturen von *Chloris ciliata* sind also auf jeden Fall sehr hohe.

Weitere Versuche wurden mit vorgetrockneten Samen angestellt und ergaben, daß Vortrocknungen der Samen mit Temperaturen von 42, 50 und 55 ° auf 1—4 Tage ohne erkennbaren Einfluß auf die im Dunkeln zum Keimen ausgelegten Samen sind. Ebensowenig hatten Versuche mit intermittierenden Temperaturen Erfolg; die mit Samen beschickten PETRIschalen wurden, bevor sie in den Thermostaten von 35 ° gestellt wurden, auf 1—5 Tage Temperaturen von 0 °, 6—9 ° und 15 ° ausgesetzt, ohne daß dadurch eine Steigerung des Keimprozentes sich hätte erzielen lassen.

Als Gesamtergebnis der im Dunkeln angestellten Versuche mit Samen von *Chloris ciliata* läßt sich also feststellen, daß frische Samen (von 8 Wochen) im Dunkeln überhaupt nicht, nachgereifte Samen (von 31 Wochen und mehr) nur äußerst mangelhaft zum Keimen zu bringen sind. Vortrocknung und intermittierende Temperaturen innerhalb der oben angegebenen Grenzen sind für den Keimungsprozeß bedeutungslos.

Im Gegensatz zu diesen Versuchen im Dunkeln waren Keimungsversuche im Licht von besserem Erfolg und ergaben schließlich sehr hohe Keimprozente. Die ersten Versuche im Licht fanden im Juni und Juli statt und zeigten im Gegensatz zu den überhaupt nicht eingetretenen Keimungen im Dunkeln eine Steigerung bis auf 20 pCt.

Methodisch ist zu den „Lichtversuchen" zu bemerken, daß hier im allgemeinen die obere Hälfte der PETRIschalen nicht mit Fließpapier ausgekleidet war, um den ungehinderten Lichtzutritt zu gewährleisten. Die ersten Versuche fanden in etwas primitiver Weise auf dem mit Glasscheiben abgedeckten Deckel einer Kiste statt, die heizbar war, alle weiteren (von Versuch 8 der Tabelle II ab) in einem besonders konstruierten Apparat, bei dem sich die PETRIschalen in schräger gegen den Himmel gerichteter Lage auf einem Drahtgeflecht über einem großen heizbaren Wasserbehälter befanden. Der ganze Apparat war oben durch ein abnehmbares Glasfenster verschließbar, so daß er äußerlich die Form eines Mistbeetkastens hatte. Die Aufstellung erfolgte an einem Fenster der Südseite (Schattenseite des Laboratoriums), so daß die Versuchsschalen nie von direkten Sonnenstrahlen getroffen wurden.

Genaue Versuche zur Bestimmung des Minimums, Optimums

und Maximums der Temperatur bei Lichtkeimung konnten nicht ausgeführt werden, da nur ein Lichtapparat zur Verfügung stand, jede Versuchsreihe aber mindestens 4 Wochen dauerte, nach welcher Zeit Änderungen des Keimprozentes durch Nachreife der Samen sowie durch Schwankungen der Lichtintensität aufgetreten wären, die einen Vergleich mit einem folgenden oder vorhergehenden Versuch unmöglich gemacht hätten. Auf Grund einiger flüchtiger Vorversuche wurde eine Temperatur von 31—35 ° als geeignete Versuchstemperatur angenommen und mit Ausnahme der ersten Versuche dauernd innegehalten.

Tabelle II. (Versuche im Licht.)

Nr.	Alter der Samen bei Versuchsbeginn	Versuchsbeginn	Temperatur	Keimprozente in gedämpft. Licht	Keimprozente in vollem Tageslicht
1	9 Wochen	1. Juni	(24—)30 °	—	3
2	10 „	4. „	„	3	5
3	11 „	10. „	„	—	4
4	14 „	3. Juli	„	4	20
5	15 „	6. „	„	4	12
6	18 „	2. August	„	—	21,5
7	29 „	19. Oktober	22—23 °	—	12,5
8	29 „	„	30 °	—	34
9	34 Wochen	22. November	31—35 °	49	71
10	39 „	22. Dezember	„	—	73
11	40 „	31. „	„	45	65,5
12	42 „	18. Januar	„	—	63,5
13	43 „	22. „	„	—	69
14	44 „	31. „	„	50,5	72

Die Ergebnisse vorstehender Tabelle sind nicht direkt miteinander vergleichbar, insbesondere lassen sich nicht ohne weiteres Schlüsse über den Einfluß des verschiedenen Alters (Nachreife) der Samen ziehen, da bei den einzelnen Versuchsreihen die Temperaturen nicht immer die gleichen waren, und andererseits die Lichtstärke ganz bedeutende Schwankungen aufweist. Die Versuche 1—6 sind mitten im Winter angestellt, also unter den ungünstigsten Lichtverhältnissen, während die anderen Versuche im Frühjahr und Sommer stattfanden. Es ist also bei der Beurteilung der Frage der Nachreife dies entsprechend in Berücksichtigung zu ziehen; die Steigerung der Keimprozente von 3 auf 73 pCt. ist daher nicht ausschließlich auf Rechnung der Nachreife der Samen, sondern auch der steigenden Lichtstärke zu setzen.

Daß nun aber tatsächlich die Nachreife der Samen Bedeutung hat, geht aus den Versuchen 1—6, in denen die Lichtstärke annähernd dieselbe war, hervor; als ein weiterer Beweis lassen

sich die später nochmals erwähnten Versuche mit einmaligen kurzen Belichtungszeiten von 1—4 Stunden heranziehen, die im Januar 1910 stattfanden und zeigten, daß eine einmalige Belichtung von wenigen Stunden genügt, um das Keimprozent auf 9—12 pCt. zu erhöhen; im Gegensatz dazu war im Juli 1909 eine eintägige Belichtungsdauer (also etwa 8 Stunden) in leicht gedämpftem direkten Sonnenlicht nicht imstande gewesen, in späterer Dunkelheit bei etwa 35° Keimungen von mehr als 1,5 pCt. auszulösen.

Wir müssen also in Übereinstimmung mit den im Dunkeln ausgeführten Keimversuchen annehmen, daß die Samen von *Chloris ciliata* mit vorschreitender Nachreife besser keimen. Ob ganz frische Samen auch unter günstigen Lichtverhältnissen ganz keimunfähig sind, muß vorderhand dahingestellt bleiben, erscheint mir jedoch durch einige Versuche, die ich im Juni dieses Jahres mit Material vom April dieses Jahres in Berlin anstellte, höchst wahrscheinlich.

Im übrigen geht aus der obigen Tabelle klar die fördernde Wirkung des Lichtes auf die Keimung der Samen dieser *Chloris*-spezies hervor. Sie zeigt ferner, daß auch Schwankungen der Lichtstärke sich in deutlicher Weise in den Versuchsergebnissen zum Ausdruck bringen. Die Samen der vorletzten Spalte sind in PETRIschalen ausgelegt, deren oberer Deckel nicht frei, sondern mit einer Lage Fließpapier ausgekleidet war, wodurch naturgemäß das Licht abgedämpft wurde. Das Keimprozent der Samen im vollen Licht ist nun stets um ein Bedeutendes höher als das der im gedämpften Licht. Im Januar 1910 wurden dann noch einige ergänzende Versuche in der Weise vorgenommen, daß die Samen im Keimbett über Tag den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt und über Nacht in den Thermostaten von 32/33° gestellt wurden; es ergab sich eine Steigerung des Keimprozentes auf 81,5 pCt. In welchem direkten Verhältnis die Lichtstärke zum resultierenden Keimprozent steht, ließ sich leider infolge mangelnder Apparate zur Lichtmessung nicht feststellen.

Über den Verlauf der Keimung selbst und die Keimungsenergie bei Lichtkeimung gibt die folgende Tabelle Aufschluß.

Tabelle III. (Versuche im Licht.)

Alter der Samen bei Versuchsbeginn	Gekeimte Samen nach Tagen																				Nicht gekeimte Samen	Gekeimte Samen total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16—20	21—25	26—30	30—40			
34 Wochen	—		4	23	42	27	37	4	—	1		3	1	—	—	—	—	—	—		58	142=71 %
43 Wochen	—	48	47	8	17	3	7	3	2	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—		62	138=69 %

Von Versuchen mit farbigem Licht wurde nur ein einziger angestellt, bei dem PETRIschalen mit gelbem Deckel an Stelle des gewöhnlich farblosen Verwendung fanden. Es ergab sich ein Keimprozent von 72 im gelben Licht gegenüber 70 pCt. im vollen Tageslicht.

Nachdem einmal der fördernde Einfluß des Lichtes auf die Samen von *Chloris* festgestellt war, dienten die weiteren Versuche vor allem der Frage, in welcher Periode des Keimprozesses die Belichtung oder Nichtbelichtung das Keimprozent entscheidend beeinflußt. Es wurden daher Versuchsreihen in der Weise angestellt, daß die Samen zuerst auf verschiedene Zeit im Dunkeln gehalten und dann dem Licht ausgesetzt wurden, und andere, in denen die Samen zuerst dem Licht ausgesetzt und dann bei gleicher Temperatur in Dunkelheit gebracht wurden.

Versuche Dunkel — Hell: Die Samen verblieben verschieden lange (0—20 Tage) in dem Thermostaten von 32,5 °, der also etwa dieselbe Temperatur wie der Lichtapparat aufwies, und wurden dann aus der Dunkelheit in diesen gestellt.

Tabelle IV. (Versuche Dunkel — Hell.)

Alter der Samen	Aufenthalt im Dunkeln bei 32,5 °	Gekeimte Samen in Dunkelheit	Gekeimte Samen in darauf folgendem Licht	Gekeimte Samen total
Wochen	Tage	%	%	%
39	0	0	73	73
„	1	0	63	63
„	2	0	32,5	32,5
„	4	2	19	21
„	7	5.5	17,5	23
„	11	5	6	11
„	20	3	4	7
„	∞	5,5	0	5,5
40	0	0	65,5	65,5
„	1	0	57,5	57,5
„	2	1	28	29
„	4	3	20	23
„	7	4	11	15
„	10	4	8.5	12,5
„	∞	3,5	0	3,5

Die Versuche ergeben ein sehr rasches Abfallen des Keimprozentes bei vorübergehendem Aufenthalt in Dunkelheit gegenüber den dem Licht dauernd ausgesetzten Samen. Die graphische Darstellung mit den Tagen der Dunkelheit als Abscissen und den Keimprozenten als Koordinaten zeigt eine sehr rasch abfallende

Kurve; ein zweitägiger Aufenthalt im Dunkeln unter sonst der Keimung günstigen Bedingungen setzt das Keimprozent von 73 bzw. 65,5 pCt. bereits auf 32,5 bzw. 29 herab. Bei einem Aufenthalt von 20 Tagen in Dunkelheit ist die Gesamtkeimfähigkeit auf nur 7 pCt. herabgesunken, die nachherige Belichtung bewirkt nur noch Keimungen von 4 pCt., die übrigen Samen sind durch die Dunkelheit des Keimbettes keimunfähig geworden. Das wichtige Ergebnis dieser Versuchsreihen ist also, daß vorübergehende Dunkelheit im Keimbett unter sonst für die Keimung günstigen Bedingungen eine die Keimkraft der Samen vernichtende Wirkung ausübt, und daß spätere Belichtung nicht mehr imstande ist, diesen Einfluß wieder aufzuheben.

Versuche Hell — Dunkel: In umgekehrter Weise wurden hier die Samen in den folgenden Versuchsreihen zuerst auf ververschiedene Zeit (0—7 Tage) im Licht bei 31—35 ° belassen und dann in den dunklen Thermostaten von 32,5 ° zum weiteren Keimen eingestellt.

Tabelle V. (Versuche Hell — Dunkel.)

Alter der Samen	Aufenthalt im Licht	GekeimteSamen im Licht	GekeimteSamen i. darauf folgend. Dunkelheit	Gekeimte Samen total
Wochen	Tage	%	%	%
42	0	0	4	4
„	1	0	26	26
„	2	12,5	22	34,5
„	3	37	16	53
„	4	45	9,5	54,5
„	5	45	17	62
„	7	53	4	57
„	∞	63,5	0	63,5
44	0	0	2,5	2,5
„	1	0	29,5	29,5
„	2	2,5	36	38,5
„	3	42,5	12,5	55
„	4	43	10	52
„	6	53	4,5	57,5
„	7	54	4	58
„	∞	72	0	72

Die Ergebnisse dieser beiden Versuchsreihen weichen untereinander etwas ab, zeigen jedoch übereinstimmend, daß die Anwesenheit von Licht im Keimbett in den ersten Tagen des Keimungsprozesses von ganz besonderer Bedeutung für den Verlauf desselben

ist; schon eine eintägige Bestrahlung der Samen ergibt in späterer Dunkelheit eine Steigerung des Keimprozentes auf 26 bzw. 29.5 pCt.; eine dreitägige Bestrahlung auf 53 bzw. 55 pCt. Die graphische Darstellung (Belichtungstage als Abscissen, Keimprozente als Koordinaten) zeigt hier eine ziemlich schnell ansteigende Kurve, aus der sich ohne weiteres ergibt, daß die Keimprozente nicht in direktem Verhältnis zur Belichtungsdauer, sondern viel rascher ansteigen, daß also die Belichtung in den ersten Tagen des Keimprozesses von ganz besonderer Bedeutung ist.

Hierher gehören nun auch die gleichzeitig angestellten und schon früher einmal erwähnten Versuche, in denen sehr kurze Belichtungszeiten von 1—4 Stunden zur Anwendung kamen. Bereits diese Expositionszeiten genügen, um eine Steigerung des Keimprozentes auf 9—19 pCt. in späterer Dunkelheit herbeizuführen. Ein vereinzelter Versuch mit direkter Sonnenbelichtungvon 2 Stunden ergab sogar eine Steigerung auf 36 pCt. Es zeigen also diese Versuche ebenfalls die Wichtigkeit des Lichtes in der ersten Zeit des Keimungsprozesses für den Verlauf desselben. Beim Anstellen von Keimversuchen im Dunkeln ist hierauf entsprechend Rücksicht zu nehmen, um störende Lichtwirkungen zu vermeiden.

Hierher gehören nun weiter einige Beobachtungen über Unregelmäßigkeiten in den erhaltenen Keimprozenten bei den dauernd dem Tageslicht ausgesetzten Samen unter sonst gleichen inneren und äußeren Verhältnissen, Nachreife, Temperatur, Lichtstärke usw. Neben Keimungen von 55 pCt. fanden sich solche von 73 pCt., ohne daß zuerst ein Grund für diese Schwankungen erkennbar war. Die hohe Empfindlichkeit der Samen gegen Dunkelheit im ersten Keimungsstadium gab schließlich die Erklärung. Da in allen Versuchen immer mit natürlichem Tageslicht gearbeitet wurde, konnten die Samen der Einwirkung der Dunkelheit der Nacht nicht entzogen werden; und da ferner die Versuche zufällig oft am frühen Vormittag, oft erst am späten Nachmittag angesetzt wurden, war damit insoweit eine Verschiedenheit gegeben, als die Samen der ersteren Versuche zuerst dem Licht und dann der Dunkelheit der Nacht ausgesetzt wurden, die der letzteren dagegen einen fast umgekehrten Versuchsbeginn hatten: zuerst Dunkelheit der Nacht und erst am nächsten Morgen die Einwirkung des Tageslichtes. Daß diese Vermutung über den Einfluß der Tageszeit beim Versuchsbeginn richtig war, zeigten dann die daraufhin besonders angestellten Versuche, bei denen an demselben Tage aber zu verschiedenen Tagesstunden, sowohl am frühen Morgen wie am Mittag und Nachmittag Versuchsserien ausgelegt und in den Lichtapparat

eingestellt wurden. Die am frühen Morgen ausgelegten Samen keimten dann 10—16 pCt. höher als die am Nachmittag ausgelegten. In der oben angeführten Tabelle II sind daher nur Versuche aufgenommen, die am Vormittag begonnen sind, allerdings auch hier innerhalb weiter Grenzen.

Bevor ich auf weitere Versuche eingehe, die darlegen sollen, inwieweit bei der Keimung der Samen von *Chloris*, wie sie sich in der Natur vollzieht, der schädliche Einfluß der Nachtdunkelheit aufgehoben wird, seien hier vergleichsweise die Versuche von LEHMANN[1]) erwähnt, der ebenfalls einen die Keimkraft der Samen herabsetzenden Einfluß der Dunkelheit im Keimbett und zwar bei Samen von *Ranunculus sceleratus* hat feststellen können. LEHMANN hat in ähnlicher Weise Hell-Dunkel- und Dunkel-Hell-Versuche angestellt und fand, daß nach langem Aufenthalt im dunklen Keimbett spätere Belichtung der Samen von *Ranunculus sceleratus* nur noch unbedeutende Keimungen auszulösen vermag, während diese sonst im Lichte sehr regelmäßig eintreten. Allerdings sind die Samen von *Ranunculus sceleratus* gegen Dunkelheit bei weitem nicht so empfindlich, wie die Samen von *Chloris ciliata*, bei denen schon kurze vorübergehende Dunkelheit von 2 Tagen die Keimkraft auf weniger als die Hälfte herabsetzt, ja sogar die Unterschiede von Tag und Nacht sich in den Keimprozenten zum Ausdruck bringen. LEHMANN fand bei 10tägiger Verdunkelung noch keinen, bei 20tägiger aber eine bedeutende Schädigung der Keimkraft der von ihm untersuchten Samen und kommt zu dem Schluß, daß man „hier wohl im Gegensatz zu den lichtharten von „dunkelharten" Samen oder „dunkelstarren" Samen sprechen könnte, wobei aber im Gegensatz zu *Nigella* der betreffende Zustand erst nach längerer Einwirkung der Dunkelheit eintritt".

Ich halte diesen von LEHMANN gezogenen Schluß für verfrüht. Unter lichtharten Samen verstehen wir nach KINZEL[2]) zum Beispiel die Samen von *Nigella sativa*, die in Dunkelheit gut keimen, sich nach vorhergehender Bestrahlung im Keimbett jedoch in Dunkelheit nicht mehr ohne weiteres zur Keimung bringen lassen, sondern sich dort so verhalten, wie zum Beispiel die hart-

1) LEHMANN, Zur Keimungsphysiologie und -biologie von *Ranunculus sceleratus* L. und einigen anderen Samen. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellschaft 1909, S. 476.

2) KINZEL, Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung. „Lichtharte" Samen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1907, S. 269.

schaligen Samen vieler Leguminosen. Nur durch besondere Manipulationen, Temperaturerhöhung und Anstechen lassen sich die im Keimbett bestrahlten und so lichthart gemachten Samen wieder zur Keimung bringen. Das Entscheidende dabei ist also, daß die Samen, die anscheinend in Dunkelheit nicht mehr keimen, schließlich doch noch zur Keimung gebracht werden können, was KINZEL sehr treffend als „lichthart" bezeichnet hat. Bevor man die Bezeichnung dunkelhart anwenden darf, muß man daher den Nachweis bringen, daß die vorübergehender Dunkelheit ausgesetzten Samen hierdurch nicht ihre Keimfähigkeit verlieren, sondern später doch noch auf irgend welche Art wieder zum Keimen gebracht werden können. Dieser Nachweis nun ist von LEHMANN nicht erbracht, und wie ich im voraus bemerken will, ist mir der Nachweis für Samen von *Chloris ciliata* bisher ebenfalls nicht gelungen. Ich werde daher hier nicht von „dunkelharten" Samen reden, sondern von Samen, deren Keimkraft durch Dunkelheit im Keimbett vernichtet wird.

Allerdings scheint nun vieles dafür zu sprechen, daß die Keimkraft nicht auf immer erlischt, sondern daß es sich tatsächlich um dunkelharte Samen handelt. Zunächst das gute Aussehen, das die durch Dunkelheit keimunfähig gemachten Samen im Keimbett behalten und das den Gedanken nahe legt, daß diese Samen nicht abgestorben sind. Sodann in zweiter Linie eine weitere Parallele mit den sogenannten lichtharten Samen. KINZEL hatte gefunden, daß „nur die vereinte Wirkung von Licht und einer bestimmten Temperatur" die merkwürdige Erscheinung der lichtharten Samen zuwege brachte (Lichtwirkung bei 20 °), während „die Samen bei 10 ° oder auch noch bei 15 ° zwar wesentlich langsamer auskeimten als verdunkelte, aber doch nicht jenen eigentümlichen Schlummerzustand erreichten", den er als lichthart bezeichnet.

Etwas Ähnliches liegt nun in der Tat bei den Samen von *Chloris* vor. In den oben angeführten Dunkel-Hell-Versuchen befanden sich die Samen bei Temperaturen von 32—33 ° auf verschiedene Zeit in Dunkelheit, bevor sie bei derselben Temperatur dem Licht ausgesetzt wurden. Ich habe nun in anderen Versuchen feststellen können, daß ein schädlicher Einfluß der Dunkelheit auf die Keimkraft fortfällt, wenn die Samen im Keimbett während der Dunkelheitsperiode sich nicht bei Temperaturen von 32—33 °, sondern bei niederen Temperaturen unter dem Keimungsminimum (bei 6—10 °) befanden. Die beiden Hauptversuche sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben:

Tabelle VI. (Versuche Dunkel — Hell.)

Alter der Samen	Temperatur in Dunkelheit	Aufenthalt in Dunkelheit Tage	Keimprozente bei späterer Belichtung und 31—35°
41 Wochen	6—10°	1	68,5
"	"	2	61
"	"	3	51,5
"	"	5	48
"	"	7	61
"	"	10	73
44 Wochen	6—9°	0	72
"	"	1	70,5
"	"	2	68
"	"	3	61
"	"	4	55,5
"	"	5	59
"	"	6	66
"	"	7	67,5
"	"	8	72
"	"	10	69
"	"	11	70
"	"	16	70,5

Die beiden Versuchsreihen stimmen gut überein und zeigen, daß im Gegensatz zu der Temperatur von 32—33° die Dunkelheit im Keimbett bei niederen Temperaturen unschädlich ist. Als auffallend sei hier noch beiläufig darauf hingewiesen, daß ein mittellanger Aufenthalt von 3—6 Tagen doch eine geringe Herabsetzung des Keimprozentes bewirkt, während sowohl längerer wie kürzerer Aufenthalt ohne Einfluß auf die Keimkraft sind. Da beide Versuchsreihen dieselbe Erscheinung aufweisen, ist nicht anzunehmen, daß es sich um Versuchsfehler handelt, wenngleich eine Erklärung hierfür sich vorderhand nicht geben läßt.

Daß nun bei noch tieferen Temperaturen schließlich doch wieder eine Schädigung, und zwar dann wohl nicht durch Dunkelheit, sondern durch die niedere Temperatur stattfinden kann, erscheint verständlich, da ja die Samen von *Chloris* als einer an wärmeres Klima gewöhnten Pflanze sicher gegen lang einwirkende niedere Temperaturen im Keimbett sich nicht indifferent verhalten dürften. Es kommt noch hinzu, daß in der Tat dieselben niedrigen Temperaturen im Keimbett auch das Keimvermögen anderer südamerikanischer Gramineensamen deutlich zu schädigen vermögen. Der im folgenden mitgeteilte Versuch mit Aufenthalt der Samen von *Chloris* im dunklen Keimbett bei Temperaturen von 0° dürfte daher ebenfalls so zu erklären sein, auf keinen Fall aber läßt sich

aus ihm der Schluß ziehen, daß die Dunkelheit hier das keimkraftvernichtende Moment war.

Tabelle VII. (Versuche Dunkel — Hell.)

Alter der Samen	Temperatur in Dunkelheit	Aufenthalt in Dunkelheit Tage	Keimprozente bei späterer Belichtung und 31—35°
43 Wochen	0°	0	69
"	"	1	70
"	"	2	69,5
"	"	3	54
"	"	5	44
"	"	7	27,5
"	"	11	34

Der Versuch zeigt ein allmähliches Abnehmen des Keimprozentes mit längerem Aufenthalt im dunklen Keimbett bei 0°, kann jedoch aus den oben angeführten Gründen nicht als Schädigung durch Dunkelheit im Keimbett gedeutet werden. Wir müssen vielmehr auf Grund der weiter oben angeführten Versuche annehmen, daß bei niederen Temperaturen (unter dem Keimungsminimum) Dunkelheit im Keimbett unschädlich ist, bei höheren Temperaturen, z. B. der optimalen Keimungstemperatur von etwa 35°, dagegen die Keimkraft der Samen vernichtet.

Diese Feststellung ist für die Klarlegung der Keimungsbiologie der Samen von *Chloris ciliata* unter natürlichen Verhältnissen von besonderer Wichtigkeit, da sie uns den Schlüssel dafür gibt, auf welche Weise die bei der Keimung in der Natur den Einfluß des Lichtes doch täglich unterbrechende Dunkelheit der Nacht unschädlich gemacht wird. *Chloris ciliata* gehört zu den typischen Sommergräsern der südamerikanischen Pampas; die Blütezeit ist Dezember—März, die Reifezeit Januar—April. Soweit ich aus meinen bisherigen Aussaatversuchen in meinem Versuchsfeld in Montevideo schließen kann, findet die Keimung unter natürlichen Verhältnissen vor allem in den Monaten Oktober und November, also im Frühjahr statt; die Keimung im Herbst nach der Reife ist unwahrscheinlich, einmal wegen der sicherlich sehr geringen, wenn nicht ganz fehlenden Keimfähigkeit frischer Samen, und dann, weil die jungen Pflänzchen anscheinend nicht imstande sind, die kalten Wintermonate zu überstehen. Aussaatversuche im Winter waren stets ohne Erfolg; die Samen müssen also im Freien den Winter überstehen, ein Auskeimen kann schon wegen der niedrigen Temperaturen hier nicht stattfinden. In den Monaten Oktober und November dagegen erhielt ich bei Aussaaten im Freien gute

Ergebnisse. Wenn ich diese beiden Monate als Hauptmonate für die natürliche Keimung der Samen von *Chloris ciliata* annehme, läßt sich zeigen, daß das Klima dieser beiden Monate in der Tat überaus günstig für die Keimung ist, da insbesondere die Dunkelheit der Nacht durch Temperaturerniedrigung während dieser Zeit in ihrer schädlichen Wirkung aufgehoben wird. Das Klima der Pampas ist ja bekannt durch die starken Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht. Das „Boletin del Observatorio Nacional Físico-Climatológico de Montevideo" gibt z. B. für die Monate Oktober und November 1908 die folgenden Daten:

	Oktober	November
Monatliche Durchschnittstemperatur	17,45°	19,82°
Absolutes Maximum	36,4	38,9
Absolutes Minimum	— 1,1	2,0
Temperaturschwankung total	37,5	36,9
Größte tägliche Temperaturschwankung	30,4	29,3
Kleinste tägliche Temperaturschwankung	8,8	9,5
Mittlere tägliche Temperaturschwankung	20,3	21,3

Wir haben also in beiden Monaten mittlere tägliche Temperaturschwankungen von mehr als 20° zwischen Tag- und Nachttemperatur, was uns unter Berücksichtigung der monatlichen Durchschnittstemperaturen zu folgendem Schluß berechtigt: Während der Stunden mit Temperaturen, in denen die Keimungen erfolgen können, haben die Samen das Licht des Tages zur Verfügung, während der Dunkelheit der Nacht dagegen sind sie Temperaturen unter dem Keimungsminimum ausgesetzt, ihre Keimkraft kann also, wie experimentell gezeigt ist, in diesem Fall durch die Dunkelheit nicht geschädigt werden.

Die in den Keimversuchen mit Samen von *Chloris ciliata* erhaltenen Ergebnisse lassen sich also in vollkommener Weise mit den natürlichen Wachstums- und Keimungsbedingungen dieser Pflanze in Einklang bringen und als vollendete Anpassung an das Klima der Pampas deuten.

Die Schädlichkeit der Dunkelheit bei höheren Temperaturen und ihre Unschädlichkeit bei niederen Wärmegraden gibt nun weiter vielleicht eine Erklärung dafür, warum ich in meinen Versuchen fast nie höhere Keimprozente als etwa 70 pCt. erhalten habe, trotzdem das Material sehr sorgfältig geerntet und aufgehoben war. Ich arbeitete in meinen Versuchen stets mit natürlichem Licht und ließ, wie beschrieben, die zum Keimen ausgelegten Samen auch während der Dunkelheit der Nacht in dem Lichtapparat bei der stets gleichbleibenden Temperatur von 31—35°. Ich habe

Grund zu der Annahme, daß das Keimprozent ein höheres gewesen wäre, wenn ich den natürlichen Verhältnissen voll hätte Rechnung tragen können und die Schalen während der Zeit der Dunkelheit einer niederen Temperatur ausgesetzt hätte. Diese Erkenntnis ergab sich jedoch erst bei der Zusammenstellung der Versuchsergebnisse so daß sie bei den Versuchen selbst nicht mehr mit verwendet werden konnte.

Es ist im obigen schon einmal auf die Ähnlichkeit der Keimung der Samen von *Chloris ciliata* und *Ranunculus sceleratus* hingewiesen; das übereinstimmende Moment bei beiden ist die schädliche Wirkung der Dunkelheit im Keimbett; in bezug auf Nachreife der Samen und Lichtempfindlichkeit liegen bedeutende Unterschiede vor; inwieweit ferner Dunkelheit bei niederen Temperaturen auf das Keimvermögen von *Ranunculus sceleratus* hier ebenfalls unschädlich ist, müssen weitere Versuche lehren. Immerhin scheint es mir jetzt schon angebracht, *Ranunculus sceleratus* und *Chloris ciliata* in eine besondere Gruppe der lichtkeimenden Samen zu stellen und es ist bei der großen Verschiedenheit der systematischen Stellung beider Pflanzen sowohl wie ihres natürlichen Vorkommens anzunehmen, daß wir es mit einem Typus zu tun haben, der noch weiter verbreitet ist.

Im Gegensatz zu diesen beiden Samenarten verhalten sich nun die meisten bisher beobachteten lichtkeimenden Samen gegen Dunkelheit im Keimbett indifferent, oder genauer gesagt, sie werden nicht durch Dunkelheit im Keimbett in ihrer Keimfähigkeit geschädigt, wenngleich natürlich der Keimungsprozeß selbst durch Lichtmangel in die Länge gezogen werden kann. Zu den typischen lichtkeimenden Samen gehören ja bekanntlich die Samen von *Poa*. Von diesen berichtet z. B. KINZEL[1]) ausdrücklich, daß „auch nach 4—5 Monaten im Dunkeln keine Keimung eintritt. Die Keimung tritt aber auch dann noch prompt bei stattfindender Belichtung ein". Weitere sehr schöne Beispiele dieses Typus gibt FIGDOR[2]), der zeigte, daß die Samen verschiedener Gesneriaceen, die verschieden lange (bis zu etwa 6 Monaten!) im dunklen Keimbett gehalten wurden, ins Licht gebracht, dann noch auskeimen.

Auf weitere Beispiele dieses Typus will ich hier nicht weiter eingehen; es lag mir hier nur daran, einmal darauf hinzuweisen, daß wir unter den Samen, die zu ihrer Keimung des Lichtes be-

1) KINZEL, Lichtkeimung. Einige bestätigende und ergänzende Bemerkungen usw. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1908, S. 644.

2) FIGDOR, Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen einiger Gesneriaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1907, S. 582.

dürfen (obligate Lichtkeimer), zwei verschiedene Gruppen zu unterscheiden haben:

Lichtkeimer mit Schädigung der Keimfähigkeit durch Dunkelheit im Keimbett (*Chloris ciliata, Ranunculus sceleratus*) und

Lichtkeimer mit Unabhängigkeit der Keimfähigkeit von Dunkelheit im Keimbett (*Poa* und viele andere).

Keimversuche mit Samen von *Chloris distichophylla* Lag.

Die Versuche mit Samen dieser *Chloris*-Species konnten leider nicht so weit gefördert werden, wie die mit *Chloris ciliata*, vor allem weil der für die Lichtkeimung zu benutzende „Lichtapparat" durch die Versuche mit *Chloris ciliata* schon so in Anspruch genommen war, daß für *Chloris distichophylla* einfach kein Platz mehr übrig blieb. Es soll daher hier auch nur ganz kurz darüber berichtet werden.

Einsammeln der Samen geschah zur selben Zeit, Aufbewahren derselben und Versuchsanstellung in derselben Weise wie bei *Chloris ciliata*. Aus den Versuchen mit *Chloris distichophylla* ergibt sich:

Die Keimungstemperaturen sind, wie aus vergleichenden Keimversuchen im Dunkeln hervorgeht, bei *C. distichophylla* ebenfalls sehr hohe, das Minimum etwa 25 °, das Optimum 35—40 °, das Maximum etwa 45 °.

Der Einfluß der Nachreife macht sich bei Samen von *C. distichophylla* in ähnlicher Weise bemerkbar wie bei *C. ciliata*, d. h. Samen von 8—12 Wochen keimen im Dunkeln so gut wie gar nicht, solche von höherem Alter dagegen mit höherem Keimprozent (nach 42wöchiger trockener Aufbewahrung zum Keimen ausgelegt keimten bei 22,5 ° 0 pCt., bei 27,5 ° 6,7 pCt., bei 32,5 ° 14 pCt., bei 37,5 ° 19,3 pCt., bei 40 ° 7 pCt.).

Das Licht ist unzweifelhaft von Bedeutung für den Keimungsprozeß. 14 Wochen alte Samen dem Licht ausgesetzt keimten bei 24—30 ° mit 10—15 pCt., in Dunkelheit bei gleicher Temperatur mit höchstens 1 pCt., 34 Wochen alte Samen keimten im Licht bei 31—35 ° mit 27 pCt. gegenüber 6,5 pCt. bei gleicher Temperatur in Dunkelheit.

Ob Dunkelheit im Keimbett auf die Keimkraft der Samen schädigend einwirkt, will ich wegen zu geringen Versuchsmaterials hier nicht entscheiden, es scheint jedoch, als ob die Samen von *Chloris distichophylla* gegen Dunkelheit im Keimbett nicht so empfindlich sind wie die von *C. ciliata*.

51. Gertrud und Friedrich Tobler: Untersuchungen über Natur und Auftreten von Carotinen.

I. Frucht von *Momordica Balsamina* L.

(Mit Tafel X.)

(Eingegangen am 27. Juli 1910.)

Momordica Balsamina L. ist eine in unseren Warmhäusern häufig gezogene und jedenfalls auch den meisten, die sie nicht in ihrer tropischen Heimat sahen, wohl bekannt gewordene Pflanze. Da obenein die Früchte wenigstens unreif, eingemacht, gegessen werden, so ist es wirklich erstaunlich, daß in allen systematischen Angaben über Gattung oder Spezies eine morphologische Merkwürdigkeit unerwähnt bleibt, die *Momordica* oder wenigstens die Spezies *Balsamina* von allen andern Cucurbitaceen wesentlich unterscheidet. Die hängende, mir als etwa 10 cm lang und oft halb so breit bekannte fleischig bleibende und rötlich gelbe Frucht öffnet sich nach unten, indem einige, meist drei, spitze Klappen entstehen und sich zurückkrümmen. In diesem Becher zeigt sich im Zustand der Reife nur noch wenig strangartig erhaltenes ebenfalls rotgelbes Mesocarp und darauf die herausfallenden Samen. Um diese herum liegt nun und fällt mit ihnen aus ein mehrere Millimeter dicker fleischiger, oberflächlich schleimiger Mantel von auffallend dunkelroter Farbe. Die geöffnete Frucht bietet deshalb in dem kurzen Zeitraum, in dem die Samen in ihr erhalten bleiben, einen prächtigen Anblick. Das schleimige Äußere des Mantels läßt aber die Samen sehr bald nach der Öffnung herausrutschen. Die auffallende Hülle hat nur einmal, und um ihres Farbstoffes willen, die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. In der später noch eingehender zu erwähnenden Notiz COURCHETs ist in 10 Zeilen davon die Rede, und er nennt das Organ kurz „*l'arille*". Hiervon hat KOHL dann in seinem Carotinbuch den Ausdruck „Arillus" wohl übernommen, indem er ihn nach COURCHET als Sitz eines Carotins anführt. Unsere morphologische Untersuchung, die sich an die farbstoffliche wegen der Feststellung der Entstehungsgeschichte anschloß, zeigte uns, daß die Bezeichnung Arillus ganz unzutreffend ist. Es befremdet sofort, wenn man den sog. Arillus ansieht, daß er völlig geschlossen erscheint, um so mehr, als der Samen stark höckrig-

warzig und kantig ist. Außerdem bemerkt man (wenigstens in unseren Gewächshäusern) häufig eine Ausbildung der roten Hülle, ohne daß darin der Same zur Entwicklung kommt. Freilich wird sie dann nicht so umfangreich (man erkennt die Hüllen als taub an der geringen Größe), aber sie ist dann so viel kompakter, daß ein Einfluß der Samenbildung auf die Weitung anzunehmen ist. Es handelt sich, wie unreife Früchte erkennen lassen, um nichts anderes als ein Endocarp von relativ beträchtlicher Ausdehnung, das nach dem bei der Reife sich einstellenden Zerfall des Mesocarps fester erhalten bleibt und sich entsprechend der unebenen Oberfläche des Samens um diesen herumschlingt und mit ihm aus der offenen Frucht fällt. Vermutlich hat die äußere Ähnlichkeit des Organs und das mutmaßlich verwandte biologische Verhalten (Lockmittel ähnlich dem Arillus) zu der irrtümlichen Bezeichnung bei COURCHET und KOHL Anlaß gegeben. Da eine ähnliche Ausbildung das Endocarps uns für andre Cucurbitaceen nicht bekannt ist, so bleibt es erstaunlich, daß in verschiedenen systematischen Werken (z. B. BAILLON, DE CANDOLLE Prodromus und Monographiae) sich nichts darüber finden ließ.

Auch in morphologischen Werken, sowie in der Biologie von LUDWIG fehlt eine Angabe über *Momordica* und ihr Endocarp. Die besonderen Samenhüllen, die bei anderen Cucurbitaceen erscheinen, übrigens auch glashell und farblos sind (so nach HARZ II, 769. bei *Cucurbita*, *Lagenaria* u. a.), haben nichts mit unserem Falle zu tun, da es sich dort um Teile der Samenschale handelt.

Die Früchte im Viktoriahaus des botanischen Gartens zu Münster pflegten eine Länge von 8—14 cm im reifen Zustande und zugleich eine Breite von 3—5 cm zu zeigen. Die stark skulptierte Oberfläche kann rundliche oder spitze Warzen erhalten. Es liegen anscheinend zwei Spielarten bei uns vor, die sich indes hinsichtlich aller hier zu beschreibenden Tatsachen gleich verhalten. Sie dürften in der Fruchtgröße meist so differieren, daß die spitzwarzige Rasse längere und schmälere Früchte zeigt, die andere kürzere und oft etwas gekrümmte, zugleich dickere Formen besitzt.

Die morphologische Entwicklung ist etwa folgende. Die auf dem Höhepunkt der Entwicklung stehende, d. h. noch nicht ausgereifte, sondern mit reichlichem Fruchtfleisch noch versehene Frucht hat folgenden Bau.

Das Exocarp ist im Durchschnitt etwa 0,5 cm dick, besitzt aber zahlreiche Warzen auf der Oberfläche. Diese treten deutlich

in größerer Ausbildung auf etwa 8—10 Längsstreifen kantenartig an der Frucht hervor. Dazwischen liegen kleinere Erhöhungen. Die Kanten entsprechen den größten Gefäßbündelsträngen. Zum Exocarp sind außer einer kleinzelligen Epidermis wohl auch dickwandigere Zellen darunter zu zählen (Hypodermis), das Mesocarp beginnt dann mit 8—12 Schichten hoher senkrecht zur Oberfläche stehender Zellen mit großen Kernen und viel Plasma. Es folgt ein kleinzelligeres dickwandiges Gewebe, in dem zugleich die Gefäßbündel enthalten sind. Weiter nach innen liegt bei jüngeren Früchten ein auffallend dickwandiges Gewebe, das aber später gesprengt wird und sich verliert. Die Hauptmasse macht das lockere schwammparenchymartige Gewebe aus, das dann später verschwindet. Nur die darin liegenden Gefäßbündel bleiben erhalten und durchziehen später strangartig das Innere der reiferen Früchte. Die zugrunde gehenden, parenchymatischen Teile des Mesocarps werden z. T. stark schleimig und solche schleimigen Reste haften dann dem Endocarp an. Dieses prägt sich schon in ganz unreifen Früchten scharf als kompakteres Gewebe aus, doch kommt ihm keine scharfe Grenze gegen das Mesocarp hin zu. Die Zellen des Endocarps in der jungen Frucht sind kleiner als die des Mesocarps, nehmen auch weiter an Größe ab, bis die Epidermis (innere E. des Pericarps) auf der Samenschale abschließt. Die Epidermis besitzt eine in der Längsrichtung der Zellen (auf Flächenschnitten) sichtbar werdende Leistenbildung, die zur Cuticula gehört, außerdem Spaltöffnungen[1]). Die Schließzellen sind indessen, wie die Querschnittsbilder erkennen lassen, ziemlich allseitig verdickt, die bauchseitige Verdünnung kaum angedeutet und die Gelenke wenig ausgeprägt. Ihre Funktion ist deshalb wohl nicht möglich. Einzelne Epidermiszellen sind endlich noch zackenartig vorgewölbt.

Die Farbe der Früchte ist von außen selbst an solchen, die schon fast die volle Größe erreicht haben, eine weißlichgrüne, insbesondere die längere Sorte wird fast weiß, während der eben ansetzende Fruchtknoten natürlich dunkelgrün ist. Dann aber ergrünen alle Teile des Pericarps rasch und zeigen reichen Stärkeinhalt. Stärke in länglichen zuweilen etwas an Zingiberaceenstärke erinnernden Körner von stattlicher Größe findet sich auch in den lockeren Teilen des Mesocarps, reichlicher, besonders etwas später,

1) Spaltöffnungen am Endocarp zeigen nach HARZ *Reseda*, Cruciferen, Papaveraceen, *Ricinus* u. a. (I, 123).

in den Schichten des Mesocarps nahe den Gefäßbündeln und im Endocarp. Frei von Stärke ist nur die Epidermis des Exocarps. Chlorophyll findet sich auf gewissen Stadien ebenfalls bis ins Innere herein, fehlt auch z. B. nicht in den Schließzellen der Endocarpspaltöffnungen.

Ein weiteres Stadium bezeichnet der Eintritt der Gelbfärbung des Pericarps. Sie erfolgt sichtbar zuerst etwa auf der Mitte der Frucht, meist an den stärkeren Kanten und in den großzelligen Schichten, die wir als äußerste des Mesocarps ansehen. Die Zellen in dieser Partie haben bei Beginn der Bildung des gelben Farbstoffes auffallend große Kerne. Von hier schreitet die Farbstoffbildung allseitig im Mesocarp vor, doch beginnen die vorher stärkereichen Partien des lockeren Teiles jetzt schon entleert zu werden und einzugehen. Die Chlorophyllkörner bleiben erhalten am längsten am Grunde, oft auch an der Spitze der Frucht und zwar namentlich in der Nähe der Gefäßbündel. Schließlich bleibt nach außen hin nur die Epidermis des Exocarps frei von der Färbung, wie sie auch vorher stärkefrei blieb. Überall nimmt die Stärke mit dem Erscheinen des gelben Farbstoffes ab. Dagegen erscheinen im Mesocarp sehr reichlich große Kristalle von Kalkoxalat. Im lockeren (inneren) Mesocarp ist die Stärke schon früher (s. o.) verringert, sie häufte sich dagegen an im Endocarp und gegen dasselbe hin. Dementsprechend erscheint auch, soweit noch vorhanden, das lockere Mesocarp freier von der gelben Farbe. Im Endocarp tritt nun etwa gleichzeitig mit dem Gelbwerden des äußeren Mesocarps eine leichte Rosafärbung auf, die ständig zunimmt. Hier entsteht dann endlich die kraß rote Farbe, die den Samenmantel später auszeichnet. Sein Stärkegehalt bleibt dabei auch noch viel bedeutender als der der übrigen Perikarpteile, hat aber mit dem Auftreten des Farbstoffs auch abgenommen. Auf Beziehungen von Speicher- und Stoffwechselprodukten zur Farbstoffbildung werden wir in experimenteller Arbeit später einzugehen versuchen.

— —

Betrachten wir zunächst die Farbstoffkörper mikroskopisch. Eine Untersuchung des Mesocarps, dessen äußeren Teil wir als Hauptträger des orangegelben Farbstoffes ansehen müssen, zeigt in den Zellen kristallinische Gebilde von Linsenform, Spahnform, Spornform bis Nadelform (Fig. 1, 2). Es sind die für andre ähnlich tingierte Farbstoffe bekannten Gestalten (so z. B. die Carotintafel in FRANK und TSCHIRCHs Wandtafeln). Eine Angliederung der Chromokristalle an Plastiden als mutmaßliche Bildner läßt sich

ebenfalls in jüngern Stadien resp. später in den äußersten Schichten erkennen, besonders von in Alkohol teilweise entfärbten Schnitten. Es begegnen uns da Bilder von farblosen rundlich-eiförmigen Körpern, denen seitlich — auch mehrfach — die Farbkristalle ansitzen, oft so groß, daß die Plastide verschwindet, und mit lang zugespitzten Enden (vgl. Fig. 3, 4).

Auch eine gewisse auffallende Anordnung der Gebilde, z. B. strahlenartig um einen Punkt, läßt sich gelegentlich erkennen (vgl. Fig. 1), doch bei weitem nicht so wie es COURCHET für andre Objekte angibt. Die linsenförmigen sind bis etwa 13 μ lang. Die Gebilde geben mit konzentrierter Schwefelsäure eine deutliche Blau-, mit Jodjodkali eine Grünfärbung, was allgemein als „Carotinreaktion" zu gelten pflegt.

Im Endocarp sind die Träger des roten Farbstoffs oft weniger scharf umrissen; als deutlich größere Gebilde von Kristallform treten Prismen mit gewölbten Flächen oder bogigen Kanten auf; am häufigsten vielleicht unregelmäßige Stücke, die an einer oder mehreren Seiten abgebrochen erscheinen. Ihre längsten Kanten messen bis 10 μ (die kürzeren 7—8 μ), die Seitenkanten etwa die Hälfte (vgl. Fig. 5). Mit dem Reicherwerden an roten Körpern erscheinen Kristalle von Oxalat in Masse und stattlichen Dimensionen (bis gegen 20 μ lange und etwa $^1/_4$ so breite Prismen). Neben den oben erwähnten deutlichen Farbkristallen besitzt das Endocarp aber auch noch kleinste Körperchen, deren kristallinische Natur nur durch ein schwaches Aufleuchten im polarisierten Lichte wahrscheinlich wird, über deren Form sich aber wenig aussagen läßt. Anlage der Kristalle an Plastiden irgendwelcher Art ist viel seltener zu sehen. Sehr kleine nadelartige Formen saßen in unreifen Stadien kleinen länglichen, oft eiförmigen farblosen Trägern an (vgl. Fig. 6). Auch diesem Farbstoff kommen die Carotinreaktionen zu.

COURCHET hat der Farbstoffe im Pericarp der *Momordica* morphologisch Erwähnung getan. Er vergleicht sie mit den in seiner Arbeit näher beschriebenen aus *Strelitzia* („chromoleucites fusiformes"). Der Verfasser macht (S. 315) nach Analogie mit diesen Objekte auch für *Momordica* die Annahme, daß schmälere Jugendformen unter Anschwellen der Mitte die Spindelform liefern, ein Vorgang, der hauptsächlich in den oberflächlichen Zellen einzusetzen pflege. Für den „Arillus" (vgl. oben) wird von COURCHET nur das Vorkommen amorphen Pigments, dagegen die zufällig an einem Glyzerinpräparat gemachte Beobachtung des späteren Auskristallisierens aus einer Lösung mitgeteilt.

(Der Vervollständigung halber sei hier auch des hellen gelben Farbstoffs der *Momordica*blüten gedacht. Er findet sich in der Epidermis und den mehrzelligen Keulenhaaren der Blütenblätter an sehr kleine Körnchen gebunden vor, diese liegen allenthalben im Plasma, aber besonders reichlich an der Wand. Eine Trennung von Farbstoffträgern und Plastiden gestattet die Kleinheit nicht vorzunehmen. Carotinreaktion der Körner ist deutlich.)

Wir gehen sodann zum chemischen Teil der Arbeit über.

I. Der Farbstoff des Exo- und Mesocarps läßt sich in kaltem Alkohol absolutus leidlich extrahieren, besser schon in erwärmtem und reichlicher Menge (etwa dem vier- bis sechsfachen des Volumens der zerbröckelten Fruchtwandstücke). Die Lösung von dunkelstrohgelber Farbe enthält aber neben dem Farbstoff noch viele Beimengungen, meist Zersetzungsprodukte der übrigen Zellbestandteile, Schleim usw. Diese kann man abscheiden, indem man die abfiltrierte Lösung mit Natronlauge verseift, mit Baryt ausfällt und aus der Lösung durch Schütteln den gelben Farbstoff in Äther aufnimmt. Dann erhält man eine reingelbe ätherische Lösung, aus der beim Stehen bisweilen der Farbstoff in kleinen dunkelgelben Körnchen rein ausfällt. Zur Trockne eingeengt, gibt der Rückstand mit Schwefelsäure starke Blaufärbung. Auch die spektroskopische Untersuchung ergibt leidliche Reinheit (darüber siehe unten).

Außer in Alkohol und Äther ist dieser Farbstoff auch in Benzol und Rizinusöl bequem löslich, die Lösung aber weniger für spektroskopische Zwecke geeignet. Offenbar gehen dann andere Stoffe mit in Lösung.

II. Der Farbstoff des Endocarps, der um seiner auffallenden Färbung (dunkel fleisch- bis braunrot, ähnlich dem *Taxus*arillus) zuerst die Aufmerksamkeit auf *Momordica* lenkte, läßt sich durch Extraktion mit kalten Lösungsmitteln aus den Fruchtteilen selbst überhaupt kaum gewinnen. Im kalten Alkohol löst sich etwas, in kaltem Benzol z. B. in einer Woche nichts. Das stammt aber in erster Linie von dem begleitenden starken Schleim der Oberfläche, der wohl das Eindringen erschwert, und liegt nicht an den Löslichkeitsverhältnissen der Substanz selbst. Diese wurde auf verschiedene Weise gewonnen.

1. Aus einer mehrere Tage kalt stehenden, dann einmal erhitzten alkoholischen Lösung erhielten wir im Kalten ausfallende

Kristalle in geringer Menge und von wechselnder Form. Es überwogen Prismen, auch solche mit abgestutzten Ecken (Länge etwa 10 μ), daneben spahnförmige und nadelartige Gebilde (seltener als Prismen, vgl. Fig. 7).

2. Durch heißen (mehrmals an aufeinander folgenden Tagen fast gekochten) Alkohol erhielt man eine hellbraune bis gelbrote Lösung. Filtriert man diese heiß, so fallen beim Erkalten am Grunde reichlich dunkelrote Kristallhäufchen aus. Aus den meisten Lösungen erscheinen so die großen in Figur 8 dargestellten Nadelkristalle, insbesondere, wenn die Lösungen vorher stark erhitzt worden sind. Große Nadeln erreichen die Länge von über 80 μ bei einer Breite von 2—3 μ in der Mitte. Daneben treten wie aufgesplittert erscheinende Nadelbündel auf (Fig. 9). Endlich finden sich dazwischen linsenförmige Gebilde, die aber stets wesentlich kleiner als die Nadeln sind (Fig. 10).

Wenn man die Lösung nicht zum Kochen bringt, sie im ganzen vorsichtiger erwärmt, also wohl eben weniger konzentriert herstellt, dann überwiegen neben kleinen Nadeldrusen die Linsenformen unter dem Niederschlag (Fig. 11). In den Niederschlägen späterer Tage nach dem ersten Abfiltrieren werden die Nadeln ausschließlich gefunden.

Sie überwiegen auch in den sorgfältiger gewonnenen Lösungen, die von den Beimengungen befreit worden sind, etwa nach folgender Methode.

3. Die mehrmals gekochte alkoholische Lösung wurde 2 Tage stehen gelassen. Dann blieb ein weißgelber, undurchsichtiger Niederschlag am Boden haften, der die Schleim- und Eiweißmassen resp. ihre Zersetzungsprodukte enthält. Darüber steht ein gallertiger dunkelgelber Bodensatz, in dem schon reichlich Kristalle von roter Farbe erscheinen und zu oberst die restierende dunkelrotgelbe bis braune Lösung. Diese wird in ähnlicher Weise wie für den gelben Farbstoff oben angeführt verseift, mit Äther ausgeschüttelt und die ätherische Lösung im Scheidetrichter abgetrennt. Aus dieser reinen ätherischen Lösung fällt der Farbstoff beim Eindampfen in Form großer Prismen resp. nebeneinanderliegender Balken aus. (vgl. Fig. 12).

4. Endlich ließ sich unter gewissen Umständen, aber mit viel Substanzverlust, der Farbstoff auch rein gewinnen, wenn man die Endocarpien ohne Samen auf Fließpapier im Dunkeln trocknete, was in 4—6 Tagen geschah. Dann wurden die Papierschnitzel extrahiert und durch Schütteln auch wirklich entfärbt. Diese Lösung ist ziemlich rein ohne weitere Abtrennung fremder Be-

standteile, aber wie wir sehen werden, ist die Lufttrocknung unvorteilhaft.

Alle besprochenen Niederschläge haben die rein rotgelbe Farbe des Endocarps. Eine Carotinreaktion mit Schwefelsäure oder mit Jodjodkali ist an den größeren Kristallen aus den Lösungen nicht zu erreichen. Die Formen verschwinden mit Säuren auch anderer Art, und die dabei entstehenden tropfenartigen Gebilde geben mit Schwefelsäure in der Tat die Reaktion, wie die kleineren Balken und Prismen direkt. Mit Jodjodkali tritt gleichfalls eine Zerstörung der großen Kristalle und plötzliche Entfärbung ein. Als Reaktion auf Carotin sind wir von dieser Flüssigkeit aber überhaupt nicht so selbstverständlich überzeugt wie KOHL und andere Autoren. Mit Kalilauge entstehen aus den Kristallen große goldgelbe bis rote Tropfen um schwärzliche eckige Klumpen (Kristalle?). Mit Barytwasser wird aus alkoholischer Lösung der Farbstoff in seiner Barytverbindung leicht ausgefällt.

Die Abhängigkeit der Kristallform von Konzentration und Lösungsmittel wurde uns auch wiederholt an den Objekten selbst deutlich, wenn wir Schnitte aus den in den Extraktionsmitteln liegenden Gewebsstücken mikroskopisch betrachteten. Es finden sich in 2—3 Tagen in warmem Alkohol behandelten Endocarpzellen prismatische Formen, die den frischen Objekten fehlen (ähnlich Fig. 8a). Im übrigen verweisen wir hierfür auf folgende Vergleichsangaben, an Schnitten aus dem Endocarp, die sich auf gleiche Mengen in gleichen Mengen Lösungsmittel beziehen und nach 24 resp. 48 Stunden angegeben sind.

I. nach 24 Stunden, alkoholische Lösung:
   1. kalt: sehr kleine Nadeln.
   2. einmal gekocht: kleine Prismen und wenig Nadeln,
   3. im erneuerten Alkohol gekocht: ähnlich dem vorigen, dazu allgemein etwas größere Formen und einzelne größere Nadeln,

II. 4. Alkohol mit halbem Volumen Äther, gekocht: ähnlich dem vorigen, etwas weniger Kristalle im Gewebe,
   5. nochmals in Äther gekocht: sehr viele kleine Nadeln.

Die Quantität des Farbstoffs im Endocarp ist eine beträchtliche. Sie erhellt wie die schwere Löslichkeit, am besten daraus, daß wir die Endocarpfetzen von zehn normalen Samen mit dreimal 20 ccm Ale. abs. kochend je 1 Stunde erhitzt nur eben heller färben konnten und eine dunkelgelbe Lösung erhielten. Die-

selben Objekte ergaben weitere Auszüge mit kochendem Äther-Alkohol, wodurch sie rosa wurden. Endlich nach über einer Woche Behandlung wurden sie durch Benzol im Kochen unvollkommen entfärbt.

Die Haltbarkeit der roten Kristalle ist eine begrenzte. Licht an sich wirkt längere Zeit hindurch nicht zersetzend, schädigend wirkt stets, vielleicht besonders im Lichte, die Luft. Kristalle lassen sich in Kohlensäureatmosphäre auf Papier gut aufbewahren. Alle Lösungen werden in etwa 1—2 Jahren entfärbt, es eignen sich aufsteigend in dieser Folge: Alkohol, Äther, Chloroform, Benzol und (reinstes!) Rizinusöl. Im Benzol und Rizinusöl sind die Lösungen wesentlich dunkler (rötlicher) als in den andern Medien. Wegen der geringen Haltbarkeit an der Luft ist auch die Gewinnung des roten Farbstoffs durch Trocknen auf Papier nicht so ausgiebig. Filterrückstände reiner Kristalle sind nach 4 Tagen hellgelb, werden in einer Woche völlig entfärbt. Ebenso wird durch starkes Erhitzen (Eindampfen) plötzlich eine Entfärbung herbeigeführt. In den Geweben (Endocarpstücke in Alkohol) hält sich der Farbstoff besser als in der sich stetig entfärbenden Lösung.

(Zum Vergleich einige Notizen über den Farbstoff der Blüten von *Momordica*: Sie entfärben sich sehr schwer. 10 Blüten mit 5 ccm Äther geben in 3 Tagen nur eben gelbliche Lösung. Benzollösung nach 2 Tagen noch nicht vorhanden. Bei vorsichtigem Erwärmen wird aber von diesem Lösungsmittel der größte Teil des Farbstoffs aufgenommen.)

Die spektroskopische Untersuchung wurde mit dem ZEISSschen Mikrospektralokular in direktem Sonnenlichte ausgeführt. Von allen Lösungen wurden eine große Zahl von Proben zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Schichtenhöhen untersucht.

Der gelbrötliche Farbstoff des Mesocarps zeigt im Spectrum zwei Absorptionsbänder, diese wenigstens allein mit voller Deutlichkeit (vgl. Spectrogramm 1). In ätherischer Lösung liegt das eine Band (Mitte) bei $\lambda = 47{,}1$ (465—478), das andere bei $\lambda = 42{,}5$ (415—436); das letztere ist schwächer. In Benzol erscheint das stärkere Band bei $\lambda = 49{,}5$, während das schwächere schon gegen die starke Endabsorption im blauen Teil verschwindet. Wir vermuteten seine Lage bei $\lambda = 46{,}3$.

Der rote Farbstoff des Endocarps ist vierbändrig. Er wird als solcher am deutlichsten in Benzol und Ricinusöl. Die Lagen der Bänder sind in Benzol (Spectrogramm 2):

1. $\lambda = 51{,}3$	2. $\lambda = 47{,}7$	3. $\lambda = 44{,}9$	4. $\lambda = 43{,}1$
(494—513)	(446—487)	(443—455)	(425—437)

in Ricinusöl (Spectrogramm 3):

1. $\lambda = 57{,}9$	2. $\lambda = 53{,}4$	3. $\lambda = 49{,}0$	4. $\lambda = 46{,}3$
(575—583)	(523—546)	(483—497)	(458—467)

In Äther haben wir bisher nur drei Bänder wahrzunehmen vermocht, diese erscheinen bei

1. $\lambda = 50{,}7$ 2. $\lambda = 47{,}2$ 3. $\lambda = 44{,}6$.

In den ersten zwei Lösungen sind die Bänder bei 47,7 (Nr. 2) resp. 53,4 die breitesten, die bei 44,9 (Nr. 3) resp. 49,0 annähernd ebenso stark, aber schmäler. Das Band bei 51,3 resp. 57,9 (Nr. 1) ist stärker als das bei 43,1 resp. 46,3 (vgl. die Spectren a. d. Tafel).

(Der Farbstoff der Blüten endlich ist gleichfalls zweibändrig. In ätherischer Lösung liegen die Bänder deutlich bei $\lambda = 46{,}3$ und $\lambda = 43{,}6$.)

Es ist kein Zweifel, daß es sich um sog. Carotine in allen drei Fällen handelt. Es sprechen dafür die Reaktionen, die Art des Auftretens und die allgemeinen spectroskopischen Eigenschaften. Bezüglich der zwei gelben Farbstoffe (Mesocarp und Blüten) halten wir zwar das Übersehen eines dritten Bandes für wohl möglich, aber auch, wenn es sich um dreibändrige Farbstoffe handelte, wäre eine Identifizierung mit dem *Daucus*-Carotin nicht möglich, wenigstens auf spectroskopischem Wege. (Wir stimmen hinsichtlich des Carotins von *Daucus* aus eigner Erfahrung KOHL und andern zu, l. c. S. 39 f., nicht den dort zitierten Angaben, nach denen das *Daucus*-Carotin nur zweibändrig sei.)

Das rote Carotin des Endocarps der *Momordica* aber steht bemerkenswert durch seine Vierbändrigkeit da, mit der es allein sich dem MILLARDETschen Solanorubin aus der Tomate anreiht. Bemerkenswert ist auch die große Ähnlichkeit der Lagen der Bänder für das Solanorubin und unseren roten Farbstoff: KOHL gibt (l. c. S. 40) für Solanorubin an: 1. $\lambda = 518-495$, 2. 484—467, 3. 450—440, 4. 430—420; womit man unsere obige Angabe für Benzol vergleiche. Infolgedessen wäre es wohl möglich, beide Farbstoffe als nahverwandt anzusehen. Es fehlen in KOHLs

Zitat aber die Angaben über die Lösung (ob Äther, Benzol), und, da je nach der Lösung eine starke Verschiebung in der Lage oft zu bemerken ist, so lassen sich keine exakten Vergleiche anstellen. (Wir benutzen diese Gelegenheit, um auf die Wichtigkeit der Angabe des Lösungsmittels für die spectroskopischen Untersuchungen hinzuweisen. In KOHLs Compilationen sind diese oft vermißt.)

Es ist im allgemeinen auf die Spectroskopie zur Charakteristik der Farbstoffe nicht allzuviel Wert zu legen. Nur Übung im Sehen gestattet, dabei genaue Angaben zu machen, und individuelle Differenzen sind denkbar. Immerhin ist die Anzahl der Bänder, wenn sie deutlich sind, ein gewisses Kennzeichen, besonders wenn chemisch wenig über den Stoff zu sagen ist. In diesem Punkte sind wir vorläufig der Meinung, daß das vierbändrige Carotin des Endocarps von *Momordica* den Carotininen ZOPFs[1]) zuzuzählen sei. Es spricht dafür nicht nur die starke und leichte Trennungsmöglichkeit des gelben und roten Carotins im Pericarp bei *Momordica*, sondern neben der Fähigkeit mit Alkalien Verbindungen einzugehen, auch die getrennte und ganz scharf lokalisierte Bildung trotz räumlicher Benachbarung der beiden Farbstoffe. Das Nähere über diesen letzten Punkt, Hinweise auf die Entstehung im Stoffwechsel für die beiden Farbstoffe der *Momordica*-Frucht, sollen unsere weiteren, noch fortgesetzten Studien klarstellen. Sie werden experimenteller Art sein und zugleich auf das Solanorubin kontrollierend und vergleichend eingehen.

Bewahrheitet sich die Trennung der beiden Carotine in der *Momordica* (äußerlich liegt sie ja deutlich genug vor), so ist nach den Untersuchungen ZOPFs, der für *Nectria* das gleichzeitige Vorkommen der Vertreter beider Carotingruppen an einem Objekt nachwies, hier das analoge Verhalten bei einer Blütenpflanze vorhanden.

Münster (Westf.), 27. Juli 1910. Botanisches Institut der Universität.

---

1) Die Einteilung der Carotine in Eucarotine (sauerstofffreie Kohlenwasserstoffe von gelber Farbe) und Carotinine (sauerstoffhaltig, rot, gehen mit Alkalien Verbindungen ein) rührt von ZOPF her, nicht von KOHL, wie O. RICHTER (Die Fortschrittte der botanischen Mikrochemie, Zeitschr. f. wiss. Mikr. 22 [1905] S. 233) versehentlich angibt.

Literatur.

COURCHET, M., Recherches sur les chromoleucites. Ann. d. sc. nat. Bot. VII. sér. tome 7, 1888 p. 358.

KOHL, F. G., Untersuchungen über das Carotin usw. Leipzig 1902.

MILLARDET, Note sur une substance colorante nouvelle (Solanorubin). Nancy 1876 (Botan. Ztg. 1876, 733.)

ZOPF, W., Über Produktion von carotinartigen Farbstoffen bei niederen Tieren und Pflanzen. (Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, herausgegeben von W. ZOPF. Drittes Heft. Leipzig 1893 S. 26–47.)

Erklärung der Tafel X.

Spectrogramm. 1. Carotin des Mesocarps in Äther. Schichtenhöhe 2 cm.
2. Carotin des Endocarps in Benzol, 3 cm.
3. dass. Ricinusöl, 1,5 cm.
4. Carotin der Blütenblätter, Äther, 8 cm.

Figur 1. Carotinkristalle aus dem Fruchtfleisch, frisch. Oelimm ZEISS $^1/_{12}$, Oc. 3.

Figur 2. Ebendaher, Schnitte zwei Tage im Alkohol. Apochr. Oelimm ZEISS, Comp. Oc. 8

Figur 3. Dasselbe wie vor, aber Comp. Oc. 4.

Figur 4. Kristalle aus dem Fruchtfleisch, frisch. Apochr. Oelimm. ZEISS, Comp. Oc. 6.

Figur 5. Carotin aus dem Endocarp, frisch. ZEISS Obj. 7, Oc. 3.

Figur 6. Carotin aus unreifem Endocarp, frisch. Apochr. Imm. ZEISS, Comp. Oc. 4.

Figur 7. Carotin des Endocarps, kristallin. Niederschlag heiß filtrierter alkoh Lösung. ZEISS Obj 7, Oc. 3.

Figur 8. Carotin des Endocarps, kristallin. Niederschlag mehrmals gekochten alkohol. Extraktes. ZEISS Obj. 7, Oc 3.

Figur 9 u. 10 wie 8 (vgl. Text S. 371).

Figur 11. Carotin des Endocarps, kristallin. Niederschlag weniger gekochter alkohol. Lösung. ZEISS Obj 7, Oc. 3 (vgl. Text S. 371)

Figur 12 wie vor., Filterrückstand in Äther aufgenommen und eingedampft. ZEISS Obj. 7, Oc. 3 (vgl. Text S. 371).

52. P. Magnus: Ein neuer krebsartige Auswüchse an der Wirtspflanze veranlassender Pilz aus Transvaal.

(Mit Tafel XI.)

(Eingegangen am 29. Juli 1910.)

Unter einer Sammlung parasitischer Pilze aus Transvaal, die mir Herr G. B. Pole Evans freundlichst zugesandt hat, erregten die von einem parasitischen Pilze an *Zizyphus sp.* hervorgebrachten krebsartigen Anschwellungen mein besonderes Interesse. Die durch den Pilz veranlaßten krebsartigen Wucherungen traten meist am Stamme an der Basis des Blattstiels der zweizeilig gestellten Blätter auf (s. Fig. 1 und 2); seltener traten sie auch am Internodium des Stammes, sowie am Blattstiele an der Basis der Spreite (s. Fig. 3–5) auf. Die Wucherungen sitzen mit einer engeren Basis dem Stamme oder Blattstiele auf, von der sie sich nach oben oder unten verbreiten. Auf der Oberfläche zeigen sie viele gelappte unregelmäßige Erhabenheiten, die durch mannigfach gewundene Furchen voneinander getrennt sind (s. Fig. 6—8). Diese Erhabenheiten und Furchen sind von einem 96—116 μ hohen Hymenium überzogen, über dessen Bau ich weiter unten spreche.

Diese krebsartigen Auswüchse bestehen aus parenchymatischen Wucherungen, die von Gefäßbündeln durchzogen werden (s. Fig. 7). Das ungleiche peripherische Wachstum dieser Wucherungen bedingt die geschilderte Unebenheit ihrer Oberfläche, die höchst charakteristisch ist im Gegensatze zu anderen durch Pilze, wie z. B. *Exobasidium*, hervorgebrachten Pilzgallen.

In diesem wuchernden Parenchym verlaufen viele Gefäßbündel, die von der engeren Basis des Krebses nach dessen Peripherie ausstrahlen und besonders in die stärker wuchernden Erhabenheiten eintreten (s. Fig. 7). Auf durch die Basis geführten Längsschnitten oder Querschnitten werden sie der Länge nach getroffen, und man sieht sie von der Basis nach der Peripherie schön ausstrahlen, während sie auf tangentialen Schnitten des Krebses im Querschnitte getroffen werden.

Auf dünnen Längs- oder Querschnitten des Krebses sieht man ein zwischen den Parenchymzellen in deren Wänden und Interzellularräumen verlaufendes Mycel (s. Fig. 13 und 14, sowie 9—11).

Je weiter von der Peripherie desto einzelner treten die Mycelhyphen in den Interzellularen und Wänden der Parenchymzellen auf (s. Fig. 13 und 14), während sie näher der Peripherie sich zu Strängen und Platten zwischen den Parenchymzellen vereinigen (s. Fig. 9—11), und schließlich zwischen den Epidermiszellen heraustreten, um das Hymenium zu bilden. Von diesen interzellular verlaufenden Mycelhyphen sieht man oft ganz kurze Haustorialfortsätze durch die Zellwand ins Lumen hineinragen (s. Fig. 13 und 14, sowie 9 und 10).

Zwischen den Epidermiszellen treten senkrecht Zweige nach außen auf, die das Hymenium des Pilzes bilden. Sie sind nicht septiert, häufig an der Spitze keulig angeschwollen und oft partienweise nach Mittellinien eingekrümmt (s. Fig. 9 und 10). Einzelne dieser Hymenialelemente oder kleinere Gruppen derselben sieht man über andere hervorragen (s. Fig. 11). An deren Spitze erkennt man eine Narbe, die von der abgefallenen Conidie herrührt.

Von den senkrecht nach außen über die Epidermiszellen getretenen Hyphenzweigen, die, wie gesagt, das Hymenium bilden, schnüren sehr viele an ihrer Spitze Conidien ab (s. Fig. 9—12). Diese sind hyalin und vielzellig (s. Fig. 12). Sie bilden Ballen kleiner hyaliner Zellen. Die hyalinen Zellen der vielzelligen Conidie sind meist in kleinen Gruppen (ich sah oft recht deutlich 2—5 solcher Gruppen von einer Seite der Conidie) angeordnet, die ohne Zweifel den Zellteilungen der Mutterzelle der vielzelligen Conidie entsprechen. Die Größenverhältnisse der Conidien sind recht verschieden. Zuweilen sind sie, wenigstens von einer Seite betrachtet, von gleichem Höhen- und Breitendurchmesser (s. Fig. 12), z. B. von 20 μ Durchmesser. Meist sind sie aber von verschiedenem Breiten- und Längsdurchmesser (s. Fig. 12), oft breiter, als hoch, z. B. 21 × 27 μ oder 21 × 16,5 μ oder 25 × 21,5 μ oder 31 × 25 μ. Im allgemeinen sind sie 20—30 × 20—25 μ breit und lang. Dabei ist zu bemerken, daß ihr Umfang nicht regelmäßig rund, sondern meist mannigfach ausgebuchtet ist, wie das schon die wenigen in Fig. 12 abgebildeten Conidien zeigen.

Das Hymenium wird gebildet von Conidienträgern, die an der Spitze die Conidien abschnüren, und dazwischen stehenden, etwas keulig angeschwollenen Paraphysen. Die Conidienträger erheben sich mit der Conidie über die Oberfläche des Hymeniums und danach fällt die Conidie von ihnen ab, so daß, wie schon erwähnt, die Conidienträger mit der Narbe der abgefallenen Conidie etwas über die Oberfläche des Hymeniums hervorragen (s Fig. 11 und auch Fig. 9 und 10).

An diese Beschreibung des Pilzes und der von ihm erzeugten Pilzgallen schließt sich nun die Frage seiner systematischen Stellung und Bestimmung an. Er gehört ohne Zweifel zu den Mucedineae dictyosporae, wie sie SACCARDO bezeichnet, zu den Mucedineen mit netzig geteilten Conidien, d. h. sporis reticulato-septatis. Diese Gruppe bezeichnet SACCARDO auch kurz als Hyalodictyae. Von diesen ist nach der von SACCARDO 1899 in seiner Sylloge Fungorum omnium Vol. XIV gegebenen Übersicht der Pilzgattungen S. 52 nur die von MORGAN 1892 in Botanical Gazette XVII, S. 192 beschriebene Gattung *Synthetospora* bekannt, deren Conidien siebenzellig sind mit einer größeren gefärbten zentralen Zelle, welche sechs abgerundete hyaline Zellen peripherisch umgeben. Diese Gattung ist also sehr verschieden von unserem Pilze. Seitdem ist, soviel ich weiß, keine Mucedineen-Gattung sporis dictyosporis beschrieben worden.

Hingegen hat G. T. PREUSS 1851 in Linnaea XXIV S. 114 *Mystrosporium album* Preuß beschrieben: „floccis ramosis, erectis, albis, sporis solitariis vel subacervulatis, septatis, cellulosisve hyalinis albis." Und SACCARDO, der in seiner Sylloge Fungorum omnium IV. S. 542 die PREUSSsche Beschreibung wiedergibt, hat dort auf die Conidia hyalina die Sectio *Mystrosporella* Sacc. von der CORDAschen Gattung *Mystrosporium* begründet. Diese hat: „Conidia ellipsoidea, subglobosa vel oblonga, pluriseptato-muriformia, atra subsolitarie acrogena" nach SACCARDO Syll. IV S. 539 und unser Pilz konnte daher nur dem Charakter der Conidien nach zur SACCARDOschen Sectio II *Mystrosporella* Sacc. gezogen werden. Doch tritt *Mystrosporium album* Preuß nach der Beschreibung von PREUSS, die bisher nur vorliegt, in ziemlich dicken, ausgebreiteten, filzigen grauen Rasen saprophytisch auf Holz von *Alnus glutinosa* auf, und seine Conidienträger sind verzweigt aufrecht und septiert und schnüren entweder einzeln oder in kleinen Gruppen vereint die endständigen Conidien ab. Die Conidienträger und deren Stellung sind daher recht verschieden von unserem Pilze.

Ich muß daher letzteren als den Typus einer neuen Gattung betrachten, die ich *Hyalodema* P. Magn. nenne (gebildet von δέμα = Ballen nach der einen Ballen kleiner hyaliner Zellen ähnelnden Gestalt der Conidien). Sie ist dadurch charakterisiert, daß sie parasitisch im Gewebe lebender Pflanzen wächst mit einem intercellularen Mycel, das ganz kurze haustoriale Fortsätze in die Zellen sendet. Auf der Oberfläche der angegriffenen Teile bildet dieses Mycel ein Hymenium, das aus senkrecht zur Oberfläche gerichteten unverzweigten und unseptierten Conidienträgern, die an ihrem

Scheitel vielzellige hyaline Conidien abschnüren, und etwas keulig angeschwollenen unseptierten Paraphysen besteht.

Die einzige bisher mir bekannte Art nenne ich *Hyalodema Evansii* P. Magn. zu Ehren des um die Erforschung der Pflanzenwelt Transvaals hochverdienten Herrn G. B. POLE EVANS.

Diese Art wächst auf *Zizyphus sp.* und bildet durch ihr Wachstum auf dessen Stamm oder Blattstielen krebsartige Anschwellungen. Die mauerförmigen Conidien sind 20 × 31 μ hoch und breit, häufig breiter als hoch.

Die Art wurde von Herrn G. B. POLE EVANS im Januar 1906 am Zoutpansberg in Transvaal gesammelt.

Die beigegebenen Figuren hat Frl. J. KUHN bei mir nach der Natur gezeichnet.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XI.

Fig. 1—5. Krebsgeschwülste an *Zizyphus sp.*, veranlaßt durch *Hyalodema Evansii* P. Magn. Natürl. Gr.

Fig. 6. Oberfläche eines krebsigen Auswuchses. Schwach vergr.

Fig. 7. Skizze des peripherischen Teiles eines Krebsquerschnittes. Vergr. 60

Fig. 8. Ebensolche Skizze bei geringer Vergr. Freihandzeichnung.

Fig. 9—11. Peripherische Querschnitte des Krebses mit dem Hymenium. Vergr. 420.

Fig. 12. Einzelne abgefallene Conidien. Vergr. 420

Fig. 13. Teil eines Querschnitts des inneren Parenchyms des Krebses. Man sieht das intercellulare Mycel mit den ganz kurzen haustorialen Fortsätzen. Vergr. 420.

Fig. 14. Ebensolcher Querschnitt, freihändig gezeichnet. Vergr. ca. 420.

Sitzung vom 28. Oktober 1910.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 3. Oktober d. J. in St. Rafael bei Cannes erfolgten Ableben ihres Ehrenmitgliedes

Dr. Melchior Treub,

ehem. Direktors des Botanischen Gartens in **Buitenzorg.** Um das Andenken an den Verstorbenen zu ehren, erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Auf Anregung des Herrn **Erwin Baur** beteiligte sich die Deutsche Botanische Gesellschaft an der Einweihung des **Mendel**-Denkmals in Brünn durch Niederlegung eines Kranzes.

Der Vorsitzende teilt mit, daß Herr Prof. **Thomas** in Ohrdruf am 22. November seinen 70. Geburtstag feiern wird, und daß der Vorstand beschlossen habe, dem Jubilar eine Gratulationsadresse zu widmen. — Die inzwischen abgesandte Adresse hat folgenden Wortlaut:

Herrn Professor Dr. FRIEDRICH THOMAS,

Ohrdruf bei Gotha.

Hochgeehrter Herr Professor!

Zur Vollendung des 70. Lebensjahres spricht Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft, welcher Sie vom ersten Jahre ihrer Begründung als ordentliches Mitglied angehören, die herzlichsten Glückwünsche aus.

Nachdem Sie als Schüler unseres unvergeßlichen ALEXANDER BRAUN Ihre Tätigkeit als Forscher mit einer wertvollen Arbeit über die „Vergleichende Anatomie der Coniferen-Laubblätter" be-

gonnen hatten, wandten Sie sich frühzeitig dem Studium der Gallenbildungen zu, das auch jetzt, nach nahezu 50 Jahren, noch Ihr volles Interesse in Anspruch nimmt. Sie haben es als erster scharf hervorgehoben, daß eine Gallenbildung nur möglich ist, solange der betreffende Pflanzenteil noch in der Entwicklung begriffen ist. Ihre Einteilung der Gallen in Acro- und Pleurocecidien ist jetzt allgemein angenommen. Obwohl Sie besonders im Gebiete der Mücken- und Milbengallen tätig waren, verdankt Ihnen auch die Kenntnis der Mykocecidien vielfache Anregungen.

Möge es Ihnen, hochverehrter Herr Professor, vergönnt sein, im Vollbesitze Ihrer Körper- und Geistesfrische dem Schatze unserer Wissenschaft noch viele Jahre neue Beiträge zu spenden.

Berlin, den 12. November 1910.

S. SCHWENDENER. K. VON GOEBEL. G. BERTHOLD.
A. ENGLER. O. REINHARDT. I. URBAN.
E. KOEHNE. G. LINDAU. E. JAHN. O. APPEL.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Fröschel, Dr. **Paul**, Assistent am botanischen Institut in **Czernowitz** (Bukowina) (durch H. MOLISCH und K. LINSBAUER).

Weber, Dr. **Friedrich**, in **Wien I**, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Fay, Dr., in **Berlin** (durch P. ASCHERSON und S. SCHWENDENER).

Schlumberger, Dr. **O.**, Assistent an der Kaiserl. biol. Anstalt in **Dahlem** (durch O. APPEL und E. RIEHM).

Als ordentliche Mitglieder werden proklamiert die Herren:

Harder, Richard, in **Kiel**.
Szücs, Joseph, in **Györ**.
Jenčič, Dr. **Alois**, in **Wien**.
v. Wlodek, Johann, in **Dabrowica**.
Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, in **Svalöf**.
Peklo, Dr. **Jaroslav**, in **Prag**.
Feldbausch, Karl, in **Landau**.

Die Damen:

Houtermans, Elsa, in **Wien**.
Abkanowicz, Erna, in **Wien**.

Laut § 23 der Satzungen fand die Wahl des Berliner Vorstandes und der ständigen Kommissionen für das Jahr 1911 statt. Die Abstimmung war eine geheime und erfolgte durch Abgabe von Stimmzetteln.

Es wurden gewählt:

Zum Vorsitzenden: Herr **O. Reinhardt.**
„ 1. Stellvertreter: Herr **I. Urban.**
„ 2. Stellvertreter: Herr **J. Behrens.**
„ Schriftführer: Herr **G. Lindau.**
„ 1. Stellvertreter: Herr **E. Jahn.**
„ 2. Stellvertreter: Herr **P. Lindner.**

In die Redaktionskommission außer den Herren **O. Reinhardt, G. Lindau, E. Jahn, P. Lindner,** die Herren: **L. Kny, A. Engler** und **P. Claussen.**

In die Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung die Herren: **P. Ascherson, E. Baur, H. Fischer, E. Koehne, G. Volkens.**

Die Geschäfte der Gesellschaft wird Herr **W. Wächter** als Sekretär weiterführen.

Mitteilungen.

53. W. W. Lepeschkin: Zur Kenntnis der Plasmamembran. II.

(Eingegangen am 30. August 1910.)

In meinem vor kurzem veröffentlichten Aufsatze I[1]) wurde darüber berichtet, daß die Plasmamembran eine kolloidale Lösung ist, welche die Eigenschaften eines temporär flüssigen Niederschlags besitzt und in ihren tieferen Schichten den Charakter einer Emulsion oder zugleich auch den einer Suspension hat. Im erwähnten Aufsatze wurde auch der Gedanke ausgesprochen, daß die Erhaltung der Plasmamembran in flüssiger Form nur unter normalen Bedingungen des Stoffwechsels möglich ist[2]). Da die Plasmamembran ein temporär flüssiger Körper ist, so kann sie nur eine gewisse Zeit nach ihrem Entstehen die flüssige Beschaffenheit behalten, und ohne eine Erneuerung ihrer flüssigen Substanz wird eine jede Plasmamembran über kurz oder lang erstarren (d. h. koagulieren). Wenn man sich aber dessen erinnert, daß die Er-

1) Diese Berichte 1910, Aufs. Nr. 15, S. 91.
2) l. c. S. 98.

starrung der Plasmamembran mit dem Einbüßen der selektiven Permeabilität derselben verbunden ist und daher die Wachstums- und Bewegungserscheinungen unmöglich macht, so würde man von vornherein erwarten können, daß alle Eingriffe, die das Wachstum und die mit demselben verbundene Plasmabildung hemmen, schließlich zum Tode der Zelle führen werden. Dies trifft bekanntlich in Wirklichkeit zu und „ohne Wachstum und Verjüngung kann sich auf die Dauer kein Organismus lebendig erhalten“ [1]).

Wie im Aufsatz I auseinandergesetzt wurde, kann die erwähnte selbständige Koagulation der Plasmamembran durch die Deformierung des Protoplasten bedeutend beschleunigt werden. Diese Deformierung war von mir durch Aufdrücken der intakten und plasmolysierten Zellen erzielt worden. Sie könnte aber selbstverständlich auch auf anderem Wege ausgeführt werden. In dem vorliegenden Aufsatze soll nun zunächst über die Koagulation der Plasmamembran durch die Protoplastendeformierung, welche bei der Plasmolyse und Deplasmolyse stattfindet, berichtet werden.

1. Über die Koagulation der Plasmamembran durch Plasmolyse und Deplasmolyse.

Auf die schädliche und sogar tötliche Wirkung einer raschen Plasmolyse und besonders Deplasmolyse auf die Zellen wurde von seiten verschiedener Forscher aufmerksam gemacht [2]). Die erwähnte Wirkung der Plasmolyse wird gewöhnlich einer zu raschen Entwässerung des Protoplasmas oder manchmal auch dem Zerreißen der Plasmaverbindungen zugeschrieben. Die beiden Hypothesen lassen aber die Tatsache unaufgeklärt, daß gerade die Deplasmolyse am schädlichsten wirkt. Außerdem wurde in meinem Aufsatze I gezeigt, daß bei der Plasmolyse keine Entwässerung des Protoplasmas stattfindet [3]). Ganz begreiflich wird uns dagegen die

1) Pfeffer, Pflanzenphysiologie. II. Aufl., Bd. II, S. 291. Übrigens ist zu beachten, daß die Zellen, deren Plasmamembran koaguliert ist und welche infolgedessen das bekannte Todeszeichen (die Unmöglichkeit der Plasmolyse) aufweisen und keine Wachstums- resp. Bewegungserscheinungen mehr ausführen, ihre anderen physiologischen Funktionen (z. B. Atmung, Gärung usw.) weiter fortsetzen können. Daher würde ich im weiteren in den Fällen, wo nicht festgestellt ist, daß auch die erwähnten Funktionen aufhören, nicht von dem Tode, sondern nur von der Koagulation der Plasmamembran sprechen.

2) De Vries, Jahrb. f. wiss. Bot. 1885. Bd. 16, S. 473, 476, 478 u. ff. Reinhardt, Schwendeners Festschrift. 1899. S. 425 ff. u. a.

3) l. c. S. 102. Die Untersuchungen an Gelatine, Stärke, Fasern usw. haben gezeigt, daß auch quellende Körper durch gebräuchliche plasmolytische Lösungen nicht entwässert werden (M sehe Wo. Ostwald, Grundriß der

Plasma koagulierende Wirkung der raschen Plasmolyse und Deplasmolyse, wenn wir die Erscheinung vom Standpunkt der angenommenen Hypothese über den physikalischen Zustand der Plasmamembran aus betrachten.

Die Plasmolyse und Deplasmolyse hängen vor allem mit einer Protoplastendeformierung zusammen; je rascher und energischer dieselben ausgeführt, desto vollständiger werden Plasmastoffe miteinander gemengt und desto leichter nimmt die Plasmamembran ihre beständigere feste Form an. Andererseits wird gewöhnlich die Deplasmolyse mit einer größeren anfänglichen Kraft und infolgedessen rascher als die Plasmolyse ausgeführt; deshalb übt die erstere auch einen schädlicheren Einfluß aufs Plasma aus. Wenn z. B. der osmotische Druck des Zellsafts p_1 und derjenige der plasmolysierenden Lösung p_2 ist, so wird die Plasmolyse mit der anfänglichen Kraft $p_2—p_1$ ausgeführt; die anfängliche Kraft, welche die nach der Plasmolyse stattfindende Deplasmolyse bewirkt, ist dagegen p_2 gleich.

Wenn aber die Protoplastendeformierung bei der Deplasmolyse ebenso schnell stattfindet wie bei der Plasmolyse, so ist die Wirkung der ersteren nicht schädlicher als die der letzteren. So ertrugen in meinen Versuchen *Spirogyra*-Zellen, deren Zellsaft mit 8 proz. Zuckerlösung isosmotisch war, eine rasche Plasmolyse mit 24 prozentiger und die nacherige Deplasmolyse mit 8 prozentiger Zuckerlösung (die anfängliche Kraft war also in beiden Fällen gleich und entsprach 16 pCt. Zucker), während sie durch die Plasmolyse mit 32 proz. Zuckerlösung und durch die Deplasmolyse mit Wasser, welche nach der Plasmolyse mit 24 pCt. Zucker stattfand, zum Absterben gebracht wurden (die anfängliche Kraft bei der Plasmolyse war also auch hier derjenigen bei der Deplasmolyse gleich und entsprach 24 pCt. Zucker).

In meinem oben zitierten Aufsatze wurde gezeigt, daß die Reaktion des Plasmas einen bedeutenden Einfluß auf die Koagulation der Plasmamembran durch mechanische Eingriffe ausübt[1]). Die in dieser Beziehung erhaltenen Ergebnisse stimmen mit der Erfahrung, die beim Studium der Denaturierung der Eiweißkörper gemacht worden ist, überein: die saure Reaktion begüngstigt die Koagulation der Plasmamembran, während die alkalische Reaktion dieselbe hindert. Da die Koagulation der Plasmamembran durch die Plasmolyse oder Deplasmolyse eine Art der mechanischen Koa-

Kolloidchemie, S. 366, F. HOFMEISTER, Arch. f. exper. Pathol. Bd. 28. 1891. S. 210.)

1) l. c. S. 98.

gulation ist, so kann man erwarten, daß auch in diesem Falle die Wirkung der Plasmareaktion eine gleiche sein wird.

In der Tat ist schon lange bekannt, daß verschiedene Objekte ungleich empfindlich gegen die Plasmolyse sind. So wird die Plasmamembran der meisten *Spirogyra*-Zellen durch die Plasmolyse mit Salpeter oder Kochsalz, die schnell durch die Zellwand diffundieren und daher eine rasche Plasmolyse auch bei kleineren Konzentrationen hervorrufen, zur Koagulation gebracht, während die Epidermiszellen von *Tradescantia discolor* die Plasmolyse mit konzentrierteren Salpeter- resp. Kochsalzlösungen gut ertragen. Daß das Prototoplasma der *Tradescantia*-Zellen alkalisch reagiert, ist schon aus der Verfärbung des violetten Zellsafts in Blau beim Absterben der Zellen zu schließen; das gleiche folgt auch aus der Beobachtung der Hitzekoagulation der Plasmamembran dieser Zellen [1]). Ein entgegengesetztes Resultat wurde aber von mir durch die Beobachtung der Koagulationstemperaturänderung an *Spirogyra*-Zellen erhalten, so daß das Plasma der letzteren neutral oder vielleicht sauer reagieren muß.

Außerdem zeigten meine Versuche, daß die Empfindlichkeit der *Spirogyra*-Zellen gegen die Plasmolyse mit Salpeter oder Kochsalz durch vorheriges Einlegen der Algenfäden in eine schwache Sodalösung bedeutend vermindert werden kann. Durch vorheriges Behandeln mit einer schwachen Zitronensäurelösung kann dagegen die schädliche Wirkung der Plasmolyse vergrößert werden. Auch werden die Epidermiszellen von *Tradescantia discolor*, welche, wie erwähnt, eine rasche Plasmolyse mit Salpeter gut ertragen, nach einem Verbleiben in der Zitronensäurelösung empfindlich gegen eine solche Plasmolyse und besonders gegen die nachherige Deplasmolyse.

Beim Ausführen der erwähnten Versuche soll beachtet werden, daß Soda- und Säurelösungen größerer Konzentrationen die Koagulation der Plasmamembran selbständig hervorrufen, worauf schon PFEFFER und DE VRIES hinweisen [2]). Andererseits diffundieren die genannten Stoffe zu langsam ins Protoplasma, wenn ihre zur Verwendung kommenden Lösungen zu schwach sind. Durch Vorversuche soll man also feststellen, welche Konzentrationen sich für die betreffenden Objekte am besten eignen.

Im folgenden führe ich zunächst meine Versuche mit einer

1) Man sehe meinen Aufsatz I (l. c.), S. 101—102.

2) PFEFFER, Osmotische Untersuchungen. 1877, S. 135; Pflanzenphysiologie. II. Aufl. Bd. II, S. 341—345, 347, 349 ff. DE VRIES, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 16 S. 517.

Spirogyra-Art an, welche üppig entwickelt war und deren Zellen ein Chlorophyllband enthielten und 50—80 μ lang und 25—30 μ dick waren.

Gewöhnlich wurde jeder *Spirogyra*-Faden in 10 Teile geschnitten. Von den auf solche Weise erhaltenen 10 Fadenstücken kamen 5 Stücke vor der Plasmolyse in eine schwache Soda- oder Zitronensäurelösung (Konzentration in den Tabellen); die übrigen fünf blieben dagegen im Wasser. Nach Verlauf der in den Tabellen angegebenen Zeit wurden die Algenstücke mit Salpeter oder Kochsalz plasmolysiert und, nachdem sich das osmotische Gleichgewicht eingestellt hatte (d. h. nach Verlauf von ungefähr 10 Minuten bei Salpeter und von 20 Minuten bei Kochsalz), wurde die Zahl der Algenzellen, deren Plasmamembran zu dieser Zeit koaguliert war, und auch die gesamte Zellenzahl eines jeden Fadenstücks bestimmt. In den Tabellen sind unter Litera „K.-Z." die Zahl der Zellen mit koagulierten Plasmembranen unter „Z.-Z.", die gesamte Zellenzahl desselben Fadenstücks und unter „Verh." das Verhältnis der ersteren Zahl zu der letzteren in Prozenten angegeben.

I. Die Plasmolyse wurde mit 6,5 proz. Salpeterlösung ausgeführt.

Vorher ¼ Stunde in 0,1 proz. Sodalösung				Vorher im Wasser			
Fadenstück Nr.	K.-Z.	Z.-Z.	Verh.	Fadenstück Nr.	K.-Z.	Z.-Z.	Verh.
1	12	108	11 %	6	16	60	27 %
2	6	60	10	7	27	80	33
3	7	65	10	8	21	62	34
4	8	70	11	9	35	65	54
5	10	120	9	10	17	40	41
		Mittel:	10 %			Mittel:	37 %

II. Die Plasmolyse wurde mit 6,5 proz. Salpeterlösung ausgeführt.

Vorher 3½ Stunde in 0,05 proz. Sodalösung				Vorher im Wasser			
Fadenstück Nr.	K.-Z.	Z.-Z.	Verh.	Fadenstück Nr.	K.-Z	Z.-Z.	Verh.
1	2	50	4 %	6	29	56	51 %
2	3	100	3	7	56	65	86
3	7	120	6	8	64	70	91
4	9	80	10	9	80	98	81
5	5	95	5	10	54	75	73
		Mittel:	6 %			Mittel:	76 %

III. Die Plasmolyse wurde mit 2,7 proz. Kochsalzlösung ausgeführt.

Vorher ¼ Stunde in 0,1 proz. Sodasäure				Vorher im Wasser			
Fadenstück Nr.	K.-Z.	Z.-Z.	Verh.	Fadenstück Nr.	K.-Z.	Z.-Z.	Verh.
1	19	102	19 %	6	41	77	53 %
2	7	40	17	7	43	76	56
3	6	40	15	8	26	48	54
4	11	85	13	9	34	56	67
5	9	65	13	10	29	47	61
		Mittel:	15 %			Mittel:	58 %

IV. Die Plasmolyse wurde mit 6,5 proz. Salpeterlösung ausgeführt.

Vorher 20 Min. in 0,01 proz. Zitronensäurelösung				Vorher im Wasser			
Fadenstück Nr.	K.-Z.	Z.-Z.	Verh.	Fadenstück Nr.	K.-Z.	Z.-Z	Verh.
1	54	64	84 %	6	22	55	40 %
2	78	96	81	7	20	60	33
3	55	78	70	8	23	53	43
4	41	78	52	9	24	78	30
5	34	45	75	10	36	90	40
		Mittel:	72 %			Mittel:	37 %

Die angeführten Tabellen zeigen, daß sich die Zahl der *Spirogyra*-Zellen, deren Plasmamembran nach der Plasmolyse koaguliert, bedeutend vermindert, wenn die Algenfäden vorher in einer verdünnten Sodalösung verweilen, und daß sich diese Zahl vergrößert, wenn man statt der Sodalösung eine verdünnte Zitronensäurelösung verwendet.

In meinen Versuchen mit *Tradescantia discolor* wurde Zitronensäure (0,1 pCt.) auch zu den plasmolysierenden Salpeterlösungen (Konzentration 3 pCt.) zugesetzt; außerdem ist zu empfehlen, die Epidermisschnitte von den der Spitze naheliegenden Blatt-Teilen zu entnehmen. Nachdem sich die Epidermisschnitte 1½—2 Stunden in einer 0,1 proz. Zitronensäurelösung befunden hatten, verfärbte sich der Zellsaft ungefähr bei einem Drittel der Zellenzahl in Rosa, und die nachherige Plasmolyse rief dann stets eine vollständige oder partielle Koagulation der Plasmamembran solcher Zellen hervor.

Die Epidermiszellen von *Tradescantia discolor*, welche nach einem Verweilen in 0,1 proz. Zitronensäure mit 3 proz. Salpeterlösung, zu der auch 0,1 proz. Zitronensäure zugesetzt war, plasmolysiert wurden, wiesen schon keine normale Deplasmolyse mit Wasser auf[1]). Eine schon ganz geringe Vergrößerung des Protoplastenvolums bewirkte gewöhnlich die Koagulation der Plasmamembran und das schnelle Verschwinden des Farbstoffs. Die Plasmamembran einiger Zellen behielt übrigens eine kurze Zeitlang ihre flüssige Beschaffenheit, indem die Plasmaschläuche etwas aufgeblasen wurden; doch koagulierten nachher zunächst die äußeren und dann die inneren Schichten der Plasmamembran, so daß die Protoplasten gewöhnlich an einer Stelle platzten und den Farbstoff austreten ließen.

Daß in den angeführten Versuchen die Koagulation der Plasmamembran nicht durch Säure selbst noch vor der Deplasmolyse, sondern durch die Deformierung des Protoplasten bewirkt wurde, welche ihrerseits nur bei der Anwesenheit der Säure zur Koagulation führen konnte, wird dadurch bewiesen, daß die mit Salpeter- und Zitronensäure plasmolysierten Epidermiszellen eine normale Deplasmolyse aufwiesen, wenn sie vorher eine Zeitlang in 3proz. Salpeterlösung, zu der keine Säure zugesetzt war, verweilt hatten.

Die angeführten Versuche zeigen also, daß in Übereinstimmung mit den früher erhaltenen Resultaten die durch mechanische Eingriffe hervorgerufene Koagulation der Plasmamembran durch die saure Reaktion befördert und durch die alkalische gehindert wird.

Wenden wir uns jetzt der Betrachtung einiger Details der mechanischen Koagulation der Plasmamembran und zunächst des Auftretens einer partiellen Koagulation zu.

2. Über partielle Koagulation der Plasmamembran durch mechanische Eingriffe.

In meinem oben zitierten Aufsatze wurde schon darauf aufmerksam gemacht, daß ein stärkeres Aufdrücken der *Spirogyra*-Zellen zu einer vollständigen Koagulation der Plasmamembran führt, während durch einen verhältnismäßig schwachen mechanischen Eingriff nur eine partielle Koagulation hervorgerufen wird[2]). Das Gesagte bezieht sich auf alle mechanischen Eingriffe unabhängig davon, ob die Koagulation durch direktes Aufdrücken oder durch die Plasmolyse resp. Deplasmolyse erzielt wird.

Es ist bemerkenswert, daß die äußeren Plasmaschichten ge-

1) Es ist zu empfehlen, zum Wasser 0,1 proz. Zitronensäure zuzusetzen.
2) l. c. S. 97–98.

wöhnlich früher als die inneren zur Koagulation gebracht werden. Diese Erscheinung wurde von mir (l. c.) für die Koagulation durch direktes Drücken der Zellen beschrieben. Ein ähnliches Bild wird auch z. B. bei der Koagulation der Plasmamembran durch eine rasche Plasmolyse mit Salpeter beobachtet. Zunächst sind gewöhnlich die plasmolysierten Protoplasten von *Spirogyra* durch kugelige Oberflächen begrenzt, bald erhalten sie aber hie und da unregelmäßige Umrisse, was auf die stattgefundene Koagulation der äußersten Plasmaschichten hinweist. Später werden diese koagulierten Schichten durch innere noch flüssige Plasmaschichten, welche Chlorophyllbänder einschließen, auseinandergerückt, so daß die Protoplasten jetzt wieder durch kugelige Oberflächen begrenzt werden. Zu dieser Zeit zerfallen gewöhnlich die Chlorophyllbänder in Tröpfchen, um alsdann ein körniges Aussehen anzunehmen und zu koagulieren. Schließlich bleiben nur die innersten Plasmaschichten, welche die Form zweier Kugeln oder eines Elipsoides annehmen, flüssig, um später ebenfalls zu koagulieren. Diese Schichten wurden bekanntlich von DE VRIES durch den Namen „Tonoplast" bezeichnet.

Die Ursachen der größeren Resistenz der inneren Plasmaschichten gegen mechanische Eingriffe im Vergleich mit derjenigen der äußeren Schichten ist bis jetzt unbekannt. Vielleicht ist diese Erscheinung an die Existenz besonders zusammengesetzter an die Zellwand und Vacuole grenzenden Plasmaschichten gekettet, welche etwa „lebendige Niederschlagsmembranen" sind, wie es PFEFFER annimmt. Sie kann aber auch darauf beruhen, daß die Plasmamasse von innen gebildet wird, und die äußersten Plasmaschichten also auch die ältesten sind, so daß sie eine größere Neigung zur Koagulation haben, als die inneren Schichten.

Es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, daß nur diejenigen Protoplastenteile koagulieren, welche dem direkten mechanischen Eingriffe ausgesetzt waren. Durch Herausnehmen der *Spirogyra*-Fäden mittels eines ganz dünnen Glashaarhäkchens aus Wasser konnten z. B. die Fäden zum Knicken gebracht werden; das letztere fand sehr oft an der Querwand statt, so daß die zwei benachbarten Zellen und zwar nur in ihren an die Querwand grenzenden Teilen gedrückt wurden. Die Plasmolyse zeigte alsdann, daß die gedrückt gewesenen Protoplastenteile koaguliert waren, indem sie sich entweder von der Zellwand gar nicht abhoben oder zusammenschrumpften, während die intakten Protoplastenteile eine normale Plasmolyse aufwiesen.

Die Ursache der ungleichen Resistenz verschiedener Plasma-

schichten könnte also auch darin liegen, daß die äußeren Schichten infolge eines mechanischen Eingriffes stärker als die inneren deformiert werden.

Wie erwähnt, bedarf es einer gründlichen Mischung der Plasmastoffe, um die Koagulation der Plasmamembran hervorzurufen. Diese kann entweder durch eine starke und rasche Deformierung des Protoplasten oder durch eine Reihe verhältnismäßig schwacher aufeinanderfolgender Deformierungen erzielt werden. So kann die Plasmamembran der *Spirogyra*-Zellen entweder durch ein plötzliches und starkes oder durch ein schwaches aber wiederholt ausgeführtes Aufdrücken der Zellen zur Koagulation gebracht werden[1]). Auch wird gewöhnlich eine wiederholt und aufeinanderfolgend ausgeführte Plasmolyse und Deplasmolyse durch keine Zelle ertragen, selbst dann nicht, wenn die Konzentrationsänderung nur langsam stattfindet.

Hier habe ich keinen Raum mehr, auf die Einzelheiten des Vorgangs der mechanischen Koagulation einzugehen, halte es aber für wünschenswert, den oben ausgesprochenen Satz, daß die Plasmamembran dank ihrer Eigenschaft durch die Deformierung des Protoplasten zu koagulieren, den Charakter eines temporär flüssigen Niederschlags besitzt, durch meine Versuche an den künstlichen temporär flüssigen Niederschlägen etwas näher zu erörtern.

3. Über einige Eigenschaften der temporär flüssigen Niederschläge.

In diesem Aufsatze beabsichtige ich nicht, auf den physikalischen Zustand der temporär flüssigen Niederschläge näher einzugehen und beschränke mich nur auf die Bemerkung, daß verschiedene Forscher diese Niederschläge für gesättigte oder übersättigte Lösungen halten, wobei eine Verteilung der Stoffe zwischen zwei Flüssigkeiten (der Ausgangslösung und dem Niederschlag) vorausgesetzt wird[2]). Weiter ist zu beachten, daß, wenn der ausfallende Stoff kristalloid ist, der Niederschlag aus einem Molekulargemisch (vielleicht aus einer chemischen Verbindung) dieses Stoffs und Wasser besteht. Wenn aber der ausfallende Stoff ein Eiweißkörper oder Polysaccharid ist, so kann der flüssige Niederschlag nur eine kolloidale (d. h. heterogene) Lösung von Wasser in dem ausfallenden Stoffe sein, so daß die Wasserphase dispers und die Eiweiß- resp. Kohlenhydratphase zusammenhängend ist.

1) M. sehe meinen zitierten Aufs. S. 97—98.

2) M. sehe z. B. SPIRO, Beitr. zur Chem., Phys. u. Pathologie. Bd. IV. 1903. 7.—8. H. S. 300.

Wenden wir uns jetzt den Versuchen zu.

I. Wenn man zu einer konzentrierten (z. B. 20 proz.) Lösung von Ammoniumsulfat allmählich 90proz. Alkohol zusetzt, so entsteht zunächst eine Trübung, welche unter dem Mikroskope aus kleinen Tröpfchen besteht. Läßt man die Tröpfchen unter dem Deckgläschen (an den Rändern mit Vaseline bestrichen) in Ruhe, so verwandeln sie sich in wenigen Stunden in Büschel von Kristallnadeln. Setzt man zu der Lösung von Ammoniumsulfat etwas mehr Alkohol zu, so sammeln sich die Tröpfchen zu einer Flüssigkeitsschicht unterhalb der Lösung an. Nach einigen Stunden verwandelt sich die gebildete Schicht ebenfalls in Kristalle. Durch Schütteln des Lösungsgemisches oder durch eine stetige Deformierung der Tröpfchen kann diese Verwandlung des flüssigen Niederschlages in Kristalle bedeutend beschleunigt werden.

Setzt man zu den Niederschlagströpfchen unter dem Mikroskope Alkohol hinzu, so beobachtet man zunächst eine Vacuolisierung der Tröpfchen (Wasser wird dadurch ausgeschieden), dann erhalten die letzteren eine so große Neigung zur Kristallisation, daß eine schon ganz geringe Deformierung derselben zu einer plötzlichen Erstarrung führt.

II. Wenn man zu einer konzentrierten (z. B. 20proz.) Lösung von Albumose („Peptonum siccum") eine beinahe gesättigte Lösung von Ammoniumsulfat allmählich zusetzt, so entsteht zunächst eine Trübung, die unter dem Mikroskope aus Tröpfchen besteht; beim weiteren Zusatz von Ammoniumsulfat sammeln sich die Tröpfchen zu größeren zähflüssigen Massen an, die eine desto zähere Beschaffenheit haben, je mehr Ammoniumsulfat zugesetzt war. Unter dem Mikroskope beobachtet man, daß der Zusatz von Ammoniumsulfat eine Vacuolisierung in Tröpfchen hervorruft, welche so groß sein kann, daß dieselben eine schäumige Struktur annehmen und schließlich erstarren.

Der Niederschlag von Albumose, der in Tröpfchen ausfällt, ist ebenfalls nur temporär flüssig, indem er nach einiger Zeit auch ohne einen Zusatz von überschüssigem Ammoniumsulfat in die feste Form übergeht. Bei diesem selbständigen Übergang wird aber keine Vacuolisierung der Tröpfchen beobachtet: die letzteren erstarren gallertartig. Der Vorgang wird durch die Deformierung der Tröpfchen bedeutend beschleunigt. Die eben ausgefällten Albumosentröpfchen (z. B. durch Mischungen von zwei Volumina 20proz. Albumosenlösung mit einem Volum gesättigter Lösung von Ammoniumsulfat erhalten) lassen sich stark deformieren, ohne zu erstarren. Wenn man aber die Tröpfchen $^1/_2$ – $^3/_4$ Stunden nach

ihrem Entstehen mittels eines Deckgläschens unter dem Mikroskope wiederholt deformiert, so erstarren dieselben zu Gallerte, indem sie unregelmäßige Umrisse annehmen und bei einem stärkeren Drücken zu formlosen Massen zerquetscht werden.

Werden die Albumosentröpfchen der Einwirkung einer reinen Albumosenlösung ausgesetzt (die Konzentration von Ammoniumsulfat wird dadurch vermindert), so entstehen große Vacuolen in ihnen, so daß die Tröpfchen die Form hohler Ballen annehmen, wobei ihr Volum sich etwas vergrößert. Die entstehenden vacuolisierten Tröpfchen erinnern lebhaft an die Hefezellen, Pilzsporen oder Protozoen. Die beschriebene Vacuolisierung der Tröpfchen beruht wahrscheinlich auf einer gewissen selektiven Permeabilität der flüssigen Albumose. Die Diffusionsgeschwindigkeit des schwefelsauren Ammoniums durch die Albumosenschicht ist offenbar kleiner als die des Wassers; das letztere sammelt sich daher im Tröpfcheninnern in Form der Vacuolen an. Da es sich aber zugleich mit schwefelsaurem Ammonium sättigt, so kommt es zur Bildung eines osmotischen Drucks, durch den die Tröpfchen aufgeblasen werden.

Die selektive Permeabilität der flüssigen Albumosenschicht äußert sich auch darin, daß die Tröpfenvacuolen durch konzentrierte Zuckerlösungen (welche selbstverständlich Albumose und Ammoniumsulfat in einer geeigneten Konzentration enthalten) beinahe zum Verschwinden gebracht werden können, während ihr Volum durch konzentrierte Salpeterlösungen nicht merklich geändert wird. Die Erscheinung der Vacuolenverkleinerung durch Zucker, die der Plasmolyse entspricht, dauert aber nicht lange, weil Zucker ins Vacuoleninnere endosmiert und das Vacuolenvolum allmählich die frühere Größe annimmt. Somit ist die Permeabilität der Albumosenschicht für Zucker bedeutend größer als die der Plasmamembran.

Aus dem Angeführten kann zunächst der Schluß gezogen werden, daß die früher ausgesprochene Hypothese, der zufolge die Plasmamembran als ein temporär flüssiger Niederschlag betrachtet werden kann, ihre Bestätigung auch in den Eigenschaften der künstlichen temporär flüssigen Niederschläge findet.

Juli 1910.

54. S. Ikeno: Sind alle Arten der Gattung Taraxacum parthenogenetisch?

(Eingegangen am 1. Oktober 1910.)

Die bekannten Kastrationsversuche RAUNKIAERs[1]) über ein Dutzend verschiedener *Taraxacum*-Arten, gestützt durch die embryologischen resp. zytologischen Studien MURBECKs[2]) und JUELs[3]), hat den allgemeinen Schluß RAUNKIAERs berechtigt erscheinen lassen, daß wohl alle *Taraxacum*-Arten parthenogenetisch (oder apogam nach der Terminologie einiger Zytologen) sein dürften. Indessen hat DAHLSTEDT schon im Jahre 1907 die Meinung ausgesprochen, daß bei einigen *Taraxacum*-Arten möglicherweise eine Befruchtung für die Samenbildung nötig ist[4]). In der Tat, nach den neueren Beobachtungen ROSENBERGs[5]) über *Taraxacum confertum* kommt hier eine typische Tetradenteilung in der Embryosackmutterzelle vor (8 resp. 16 Chromosomen!). Auch nach HANDEL-MAZZETTI[6]) kommen bei dieser Gattung Bastarde vor. Daher ist bei solchen *Taraxacum*-Arten das Vorkommen der normalen Befruchtung höchstwahrscheinlich, wenn auch noch nicht festgestellt.

In Tokio findet man zwei *Taraxacum*-Arten. Eine derselben, *T. platycarpum* Dahlst.[7]), blüht gelb und ist viel gemeiner anzutreffen als das andere — *T. albidum* Dahlst.[8]) —, welches weiß blüht, viel höher und viel größer in allen seinen Teilen (Blätter, Blütenstiele, Früchte usw.) ist.

1) Kimdannelse uden Befrugtning hos Mælkebotte (*Taraxacum*). Bot. Tidskrift Bd. 25, 1903.

2) Die Tetradenteilung bei *Taraxacum* und anderen Cichoriaceen. Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 39, Nr. 4, 1905.

3) Parthenogenese bei den Gattungen *Taraxacum* und *Hieracium*. Bot. Notiser, 1904.

4) Über einige im Bergianischen botanischen Garten in Stockholm kultivierte *Taraxaca*. Acta horti Bergiani. Bd. 4, Nr. 2, 1904, S. 6.

5) Über die Chromosomenzahl bei *Taraxacum* und *Rosa*. Svensk Bot. Tidskrift III, Heft 2, 1909.

6) Monographie der Gattung *Taraxacum*. Leipzig u. Wien. 1907. Das Original war mir nicht zugänglich. Zitiert nach THEO. STOMPS, Kerndeeling en Synapsis bij *Spinacia oleracea* L. Amsterdam 1910, S. 36.

7) DAHLSTEDT, l. c.

8) DAHLSTEDT, l. c.

Nach K. TANAKA, früher im hiesigen Institut, welcher schon im Jahre 1908 und teilweise auch 1909 in unserem botanischen Garten die Kastrations-Experimente RAUNKIAERs an diesen zwei *Taraxacum*-Arten ausgeführt hat, fruktifiziert *T. albidum* reichlich (also parthenogenetisch), während *T. platycarpum* bei der gleichen Behandlung gar keine Früchte trägt. Er hat mir einige Resultate seiner Versuche gezeigt, aber ich habe genau seine Experimente nicht verfolgen können[1]).

Im Frühjahre dieses Jahres habe ich im hiesigen botanischen Garten vier oder wenigstens drei wildwachsende Sippen von *T. platycarpum* aufgefunden, welche vielleicht elementare Spezies im DE VRIESschen Sinne darstellen mögen[2]). Beim Arbeiten mit diesen Sippen habe ich weiter sichergestellt, daß bei allen von mir gefundenen Sippen von *T. platycarpum* keine Parthenogenese vorliegt, und zwar auf einem von RAUNKIAERs resp. TANAKAs etwas abweichenden Wege. Der vorliegende Aufsatz ist der Beschreibung dieser Experimente gewidmet.

Wenn man die Blütenköpfchen irgendeiner dieser Sippen von *Taraxacum platycarpum* in ein Pergamentsäckchen einschließt, um dieselbe gegen die Fremdbestäubung zu schützen, findet man bald, daß die Früchte niemals ausgebildet werden, da keine Blüte des Köpfchens irgendwelches Wachstum zeigt und bald vertrocknet, um schließlich abzufallen, woraus man sicher schließen kann, daß hier weder Parthenogenese noch Selbstbefruchtung noch Befruchtung innerhalb des Köpfchens stattfindet[3]). Bei *T. albidum* dagegen erzeugen die in dem Säckchen eingeschlossenen Blütenköpfchen ebenso reichlich Früchte wie bei den freistehenden. Die parthenogenetische Entwicklung der Früchte ist also hier wahrscheinlich, wenn auch die Selbstbefruchtung oder die Befruchtung innerhalb des Köpfchens keineswegs ausgeschlossen wäre.

1) Leider hat TANAKA noch nicht die Resultate seiner Experimente selbst veröffentlicht.

2) Die Beschreibung der Unterschiedsmerkmale dieser Sippen werde ich mir für die ausführliche Abhandlung über ihre Bastardierung vorbehalten.

3) Nach DE VRIES (Die Mutationstheorie Bd. II, S. 342) und FRUWIRTH (Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen Bd. II, S. 150) verhalten sich die eingeschlossenen Blütenköpfchen der Sonnenblume parthenokarpisch, d. h. die Fruchtwand wird normal ausgebildet, aber die Früchte sind samenlos. Ich habe nur einmal (1909) bei einer Sippe die gleichen Resultate erzielt, aber sonst vertrockneten die Blüten immer und fielen ab. (Bei den eingeschlossenen, aber mit dem eigenen Blütenstaub verriebenen Blütenköpfchen ist das Resultat etwas anders, S. unten.)

Bei der Sonnenblume experimentierte FRUWIRTH wie folgt[1]): die Pollenkörner der an einem Tage aufblühenden Blüten wurden durch Überfahren derselben mit einem Haarpinsel verrieben. Er hat dadurch bei den eingeschlossenen Blütenköpfchen eine Anzahl samentragender Früchte bekommen. Ich verfuhr bei meinen *Taraxacum*-Sippen in der gleichen Weise und bekam die folgenden Resultate: unter ungefähr 80 Blüten jedes Köpfchens findet man nach solcher Behandlung bloß einige (z. B. 5) normale Früchte[2]); bei den übrigen aber, trotzdem die Pappushaare mit dem langen Stiel normal ausgebildet sind, ist die Fruchtwand dünn und weiß statt grün und schließt keine Samen ein. Es ist ganz klar, daß jene wenigen normalen Früchte durch Selbstbefruchtung oder durch Befruchtung innerhalb des Köpfchens ausgebildet werden. Allein, wie die soeben erwähnte Entwicklung der Fruchtwand und des Pappus bei den tauben Früchten verursacht wird, ist nicht ohne weiteres klar. Freilich ist natürlich nicht zu leugnen, daß diese Entwicklung der Wirkung des Pollens zuzuschreiben ist, da ohne das Überfahren des Blütenköpfchens mit dem Pinsel alle Blüten stets vertrocknen und abfallen, allein, wie dabei der Pollen wirkt, ist noch nicht untersucht und wäre ein interessantes Thema für die zytologischen sowie für die experimentellen Untersuchungen.

Man könnte vielleicht einwenden, daß bei meinen Experimenten die normale Ausbildung der Früchte durch das Einschließen der Blütenköpfchen verhindert worden sei. Dementgegen möchte ich eine Serie meiner Versuche über die Bastardbildung der oben erwähnten verschiedenen Sippen hervorheben, welche verschiedenen Kombinationen unterworfen sind. Bei allen diesen Versuchen wurde jedes Köpfchen stets für einige Zeit in das Pergament-Säckchen eingeschlossen, und trotzdem hat man fast stets, bei sehr seltenen Mißerfolgen, normale Früchte mit gut ausgebildeten Embryonen bekommen, von denen einige sich schon als keimfähig erwiesen haben.

Kurz, die bloß in dem Säckchen eingeschlossenen Blüten erzeugen keine Früchte; durch das Verreiben des eigenen Pollens bekommt man wenige normale und viele taube Früchte. Dagegen, wenn man den Pollen irgendeiner anderen Sippe in Gebrauch nimmt (Bastardierung!), nimmt man immer die reichliche Entwicklung der Früchte wahr. So kann man sicher den Schluß ziehen, daß bei

1) l. c. S. 151.

2) Ob diese Früchte wirklich keimfähig sind oder nicht, ist noch nicht untersucht.

T. platycarpum keine Parthenogonese vorliegt. Also sehen wir bei der Gattung *Taraxacum* die gleichen Verhältnisse wie bei *Hieracium*, d. h. bei diesen zwei Gattungen kommen beide, die parthenogenetische und die normale Entwicklung der Früchte vor.

Die Studien über die Vererbungsverhältnisse bei den Tochter-Generationen der soeben erwähnten Bastarde vom Standpunkt der modernen Bastardlehre sind im Gange.

55. C. H. Ostenfeld: Thorosphaera, eine neue Gattung der Coccolithophoriden.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 15. Oktober 1910.)

Während der dänischen ozeanographischen Expedition im Mittelmeer mit S.-S. „Thor" in diesem Sommer habe ich, soweit die Zeit reichte, meine Aufmerksamkeit auch dem kleinsten Phytoplankton — LOHMANNs Nanoplankton — zugewandt. Weil ich aber mit der Konservierung und vorläufigen Protokollierung der zahlreichen pelagischen Organismen, die in unseren verschiedenen Fischgeräten, besonders dem Brutnetz („Yngeltrawl") gefangen wurden, sehr beschäftigt war, sind meine Beobachtungen leider nicht so umfassend und vollständig, wie ich wünschen konnte, so daß ich auf eine mehr eingehende Bearbeitung — wenigstens vorläufig — verzichten muß. Es sei nur diese allgemeine Beobachtung angeführt, daß, soweit ich beurteilen kann, die Menge der kleinsten Planktonorganismen, besonders der Coccolithophoriden, zu dieser Jahreszeit größer im Atlantischen Ozean westlich von Süd-Europa als im Mittelmeer war; doch ist dieser Satz nur durch subjektive Schätzung bei der Untersuchung des Rückstandes eines Taftnetzes, durch welches jedesmal das Wasser von 5 großen Eimern filtriert war, gewonnen und ist nicht auf Zählungen gegründet.

Die meisten in den Fängen beobachteten kleinsten Phytoplankton-Organismen gehören den interessanten Kalkflagellaten, den Coccolithophoriden, an, von denen wir die schöne Monographie von

H. LOHMANN[1]) (1902) besitzen. Seit dieser Veröffentlichung sind meines Wissens keine neuen Formen dieser Organismen beschrieben worden[2]). Doch werden zweifelsohne in Zukunft gewiß eine ganze Anzahl neuer Formen bekannt werden, wenn die Untersuchungen auch die warmen Teile der offenen Ozeane umfassen werden[3]). Da aber die Monographie LOHMANNs sich eben auf die Mittelmeerformen bezieht, ist natürlich wenig Neues im Mittelmeer zu erwarten. Desto mehr überrascht war ich, als ich in einem Fang mit einem Netz (Müllergaze Nr. 20), der von einer Tiefe von ca. 600 Meter schräg an die Oberfläche gezogen war, südlich von Kap Spartivento, Calabrien[4]), einen merkwürdigen, sehr eleganten Organismus vorfand, der bald sich als eine Coccolithophoride herausstellte. Er war jedoch von allen bekannten Formen so verschieden, daß er eine neue Gattung repräsentieren muß. Ich habe ihn nach unserem Untersuchungsdampfer *Thorosphaera* genannt und lasse hier die Beschreibung, die durch die Figurengruppe erläutert wird, folgen:

Die Schale ist kugelig oder kugelig-bikonvex, ohne einen nackten Geißelpol, aber überall mit Coccolithen bedeckt, von denen eine ringförmige Zone von den übrigen vollständig abweicht; diese Coccolithen sind nämlich röhrenförmig mit einem etwas erweiterten distalen Teil (trichterförmig), während die übrigen scheibenförmig sind mit verdicktem Rande. Der Zelleib enthält zwei große gelbe Chromatophoren, die annähernd schalenförmig sind, und von denen jeder einen stark lichtbrechenden Körper trägt; ferner ist auch ein Kern vorhanden, doch war es mir nicht möglich, Geißeln zu sehen. — Sowohl die röhrenförmigen wie die scheibenförmigen Coccolithen werden augenblicklich durch Säure aufgelöst; also ist die Schale von kohlensaurem Kalk gebildet; da ferner die Organisation des Zelleibes genau mit dem der Coccolithophoriden übereinstimmt, hege ich keinen Zweifel, daß dieser Organismus eine Coccolithophoride ist.

In seiner Monographie hat LOHMANN zwei Unterfamilien

---

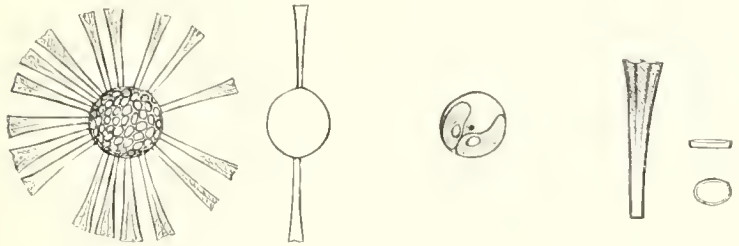
1) LOHMANN, H., Die *Coccolithophoridae*. — Archiv f. Protistenkunde, Bd. 1, 1902.

2) Ich habe eben in diesem Jahre eine neue *Pontosphaera* aus dem Ostgrönländischen Meere beschrieben (Medd. om Grønland, Bd. 43, S. 284).

3) Es ist mir nach mündlicher Mitteilung bekannt, daß der bekannte Planktologe Professor Dr. H. GRAN während der norwegisch-englischen Expedition mit S.-S. „Michel Sars" im Atlantischen Meere in diesem Sommer eine große Ausbeute von Coccolithophoriden bekommen hat.

4) Stat. Nr. 169, 37° 44′ N.°, 15° 58′ E., 19. August 1910.

Syracosphaerinae mit undurchbohrten und *Coccolithophorinae* mit durchbohrten Coccolithen, aufgestellt. Die scheibenförmigen Coccolithen von *Thorosphaera* sind undurchbohrt, aber, soweit ich sehen konnte, sind die röhrenförmigen durchbohrt; sie sind den Coccolithen von *Discosphaera* Hekl., besonders *D. Thomsoni* Ostf., analog gebaut. Demnach kann *Thorosphaera* in beide Unterfamilien eingereiht werden. Ich halte es aber für das Natürlichste, sie zu den Syracosphaerinen zu stellen, weil sich dort die merkwürdige Gattung *Scyphosphaera* Lohm., die ja auch einen Ring von abweichend gebauten Coccolithen hat, findet. Die neue Gattung hat eine noch sonderbarere Ausbildung der Coccolithen — einen



Thorosphaera elegans nov. gen. et spec.

1. Ganze Zelle, von oben (von der Fläche) gesehen. — 2. Schematischer Durchschnitt einer Zelle. — 3. Der Zelleib mit Chromatophoren, lichtbrechenden Körpern und Kern. — 4. Ein röhrenförmiger Coccolith. — 5. Ein scheibenförmiger, von der Fläche und von der Seite gesehen.

schönen Schwebeapparat —, weicht aber in den übrigen Merkmalen nicht von den gewöhnlichen Syracosphaerinen ab.

Am Schluß gebe ich die lateinische Diagnose der neuen Gattung und der einzigen bisher bekannten Art:

Thorosphaera gen. nov. (*Coccolithophoraceae, Syracosphaerinae*).

Tota superficies cellularum coccolithis praedita, sine polo nudo flagellorum. Coccolithi biformes; ordinarii elliptici, non perforati, intus plani, extus margine incrassato prominente; extraordinarii tubuloso-infundibulares, in annulo aequatoriali dispositi. Chromatophori duo, pallide lutei; nucleus adest; flagella non visa.

Thorosphaera elegans **sp. nov.**

Cellulae (sine coccolithis tubulosis) ca. 30—35 μ latae, globosae vel subglobosae; coccolithi elliptici 6—8 μ longi; tubuloso-infundibulares 15—20, ca. 40 μ longi, eorum pars distalis lineis 2—3 prominentibus striisque obliquis, indistinctis densisque ornata. Chromatophori, ± concavi, corpusculum nitidum foventes.

Hab. pelagice in Mari Mediterraneo prope Calabriam, Augusto 1910, rarissime.

Botanisches Museum, Kobenhavn, 13. Oktober 1910.

56. Arthur Weiße: Über die Umänderung von Blütenknospen in vegetative Sprosse bei Kakteen.

(Eingegangen am 20. Oktober 1910.)

Im vorigen Hefte dieser Berichte beschreibt HILDEBRAND[1]) einen *Phyllocactus*-Steckling, bei dem sich eine Blütenknospe in einen vegetativen Sproß umgewandelt hatte. Besonders interessant ist dieser Fall dadurch, daß die metamorphosierte Blütenknospe endständig war, also schon in dieser Beziehung eine ziemlich seltene Bildungsabweichung darstellt. Bei vielen anderen Stecklingen verschiedener *Phyllocactus*-Arten, die mit seitlichen Blütenknospen versehen waren, beobachtete HILDEBRAND niemals eine derartige Umänderung; vielmehr fielen die Blütenknospen in den meisten Fällen ab oder aber entwickelten sich, falls sie schon sehr weit vorgeschritten waren, zu normalen Blüten. HILDEBRAND spricht daher die Vermutung aus, daß die von ihm beobachtete Umbildung der Blütenknospe möglicherweise damit zusammenhängt, daß jene Knospe endständig war.

Demgegenüber möchte ich auf einen ähnlichen Fall hinweisen, der vor einigen Jahren im Botanischen Garten zu Berlin zur Beobachtung kam und bei dem die umgebildete Knospe sicher seitenständig war. Die abnorme Pflanze wurde von KARL SCHUMANN am 25. August 1902 in der Deutschen Kakteen-Gesellschaft vorgezeigt. In dem von KARL HIRSCHT verfaßten Sitzungs-

1) FRIEDRICH HILDEBRAND, Umänderung einer Blütenknospe in einen vegetativen Sproß bei einem *Phyllocactus* (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., XXVIII, 1910, S. 300—302.)

bericht[1]) heißt es darüber wie folgt: „Ein im Pflanzenleben merkwürdiger Vorgang wurde durch Demonstration eines *Phyllocactus* erörtert. Die als Steckling bewurzelte Pflanze hatte in einer Blattkerbe bereits eine Knospenanlage entwickelt, ehe das Zweigstück von der Mutterpflanze geschnitten wurde. Dieser Eingriff störte die Entwicklung der Knospenanlage zur Blüte, und es entstand eine Zwischenbildung von Blüte zum Laubtriebe. Der stielrunde, grüne Trieb ist aber rundum von dauernden, kleinen roten Blütenblättchen besetzt, und erst an der Spitze geht die cereiforme Gestalt des Triebes in die charakteristische Laubbildung des *Phyllocactus* über. . . . . Die merkwürdige Pflanze ist abgebildet worden. Eine bunte Tafel wird uns die Ikonographie bringen; dort wird der Herr Vorsitzende[2]) auch den angedeuteten Vorgang näher auseinandersetzen."

Bei meinen Studien über die Blattstellung an Kakteen, die ich um jene Zeit machte, wurde ich von SCHUMANN in selbstlosester Weise durch Überlassung von Material unterstützt. So gestattete er mir auch bereitwilligst, die phyllotaktischen Verhältnisse dieses monströsen Sprosses nach Belieben zu verwerten. Er selbst wollte, wie er mir noch im April 1903 mitteilte, eine Abbildung und allgemeine Beschreibung des Falles demnächst veröffentlichen. Leider ist diese Absicht nicht mehr zur Ausführung gekommen, denn schon wenige Monate später wurde SCHUMANN von der schweren Krankheit befallen, die seinem arbeitsreichen Leben am 22. März 1904 für immer ein Ziel setzen sollte.

In meiner Arbeit über die Blattstellung an Kakteen[3]) beschrieb ich den in Rede stehenden Sproß nach der Etikette, die er von SCHUMANN erhalten hatte, unter dem Namen *Phyllocactus crenatus* var. *amarantinus*. Wie ich dort berichtete[4]), hatte der Sproß, den ich am 11. April 1903 noch lebend untersuchte, „zunächst das Aussehen und die Blattstellung eines Blütenstiels. Er war stielrund und trug etwa 60 Schuppenblätter von genau derselben Form, wie sie an normalen Blütenstielen zu beobachten sind.

1) Monatsschrift für Kakteenkunde, XII, 1902, S. 145.

2) SCHUMANN war bekanntlich der Begründer und langjährige hochverdiente Vorsitzende der Deutschen Kakteen-Gesellschaft, sowie Herausgeber des Tafelwerks „Blühende Kakteen (Iconographia Cactacearum)", das in Neudamm seit dem Jahre 1900 erscheint.

3) ARTHUR WEISSE, Untersuchungen über die Blattstellung an Kakteen und anderen Stamm-Succulenten, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Anschlußverhältnisse am Scheitel. (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXXIX, Heft 3, 1903, S. 343—423.)

4) Jahrb. f. wiss. Bot., XXXIX., S. 384.

Dieselben waren am Grunde etwas unregelmäßig angeordnet, folgten jedoch bald einer linksläufigen Spirale mit der Divergenz $^5/_{13}$. . . . . Der Sproß ging nun aber nicht in eine Blüte über, sondern hatte sich am Ende wieder in einen vegetativen Sproß umgebildet. Er erhielt hier die diesem zukommende dunkelgrüne Farbe und bildete zunächst drei Kanten aus, von denen aber die eine bald verschwand, so daß der Sproß schließlich die für vegetative Zweige charakteristische zweiflügelige Gestalt annahm." Nach meinem damaligen Untersuchungsprotokoll füge ich noch ergänzend hinzu, daß der ungefähr 10 cm lange Zweig oben etwa 2 cm breit war.

In der Literatur finden sich übrigens mehrfach Angaben über Beobachtungen ähnlicher Art. So teilte im Anschluß an die SCHUMANNsche Vorlage unsers Sprosses in der Sitzung der Deutschen Kakteen-Gesellschaft MUNDT[1]) mit, „daß er gleiche Beobachtung gemacht hat". — Ferner findet sich in dem von ERICH DAMS verfaßten Bericht über verschiedene Objekte, die SCHUMANN in der Sitzung der Kakteen-Gesellschaft im April 1903 ausgestellt hatte, folgende Angabe[2]): „An einer *Cereus grandiflorus*-Hybride schien den Anwesenden ein Zweig bemerkenswert, dessen unteres Ende in einer Länge von etwa 15 cm fünfzehn Rippen ausgebildet und weiterhin wieder die normale Zahl von sechs bis vier Rippen angenommen hatte. Ähnliche Beobachtungen kann man an Kakteen stets machen, wenn ein anfangs zur Blütenknospe bestimmter Sproß die Blüte nicht zur vollen Entwicklung bringt, sondern sich aus unbekannten Ursachen zu einem Zweig umbildet." — Ferner erwähnt ERICH DAMS[3]) in einer Abhandlung aus dem Jahre 1904 einen der Deutschen Kakteen-Gesellschaft früher vorgelegten *Phyllocactus phyllanthoides* P. DC., „der an einem stielrunden Sproß vom Aussehen der gefürchteten Spieße viele locker gestellte, hellrosenrote Blättchen trug; in diesem Falle war die Farbe ein untrügliches Dokument für die Ursache der Blätter". Wir haben es nämlich auch bei diesem Sproß mit einer in der Entwicklung gestörten Blütenknospe zu tun.

Während aus diesen Angaben nicht zu ersehen ist, ob die metamorphosierte Knospe end- oder seitenständig war, wird von DAMS in derselben Abhandlung[4]) noch eine andere interessante

1) Monatsschr. f. Kakteenkunde, XII, 1902, S. 145.

2) Monatsschr. f. Kakteenkunde, XIII, 1903, S. 79.

3) Monatsschr. f. Kakteenkunde, XIV, 1904, S. 88.

4) ERICH DAMS, Zwei Beispiele von Blattbildung. (Monatsschr. f. Kakteenkunde, XIV, 1904, S. 88—91. Mit 2 Abbildungen.)

Beobachtung beschrieben und abgebildet, bei der es sich zweifellos um seitenständige Knospen handelt. DAMS waren an einem Exemplar von *Cereus tortuosus* Forb., das aus seiner Heimat hierher gesandt war, zwei eigentümliche, hellgrüne, blattreiche Axilarsprosse aufgefallen, die „sich anscheinend während der Überfahrt aus anfangs zu Blütenknospen bestimmten Anlagen entwickelt" hatten. Sie bildeten sich, als die Pflanze hier in Kultur genommen wurde, zu oben unbeblätterten Zweigen weiter, an denen die untenstehenden Blättchen bald vertrockneten.

Dieses Beispiel spricht übrigens, ebenso wie der von SCHUMANN und mir beschriebene Fall, durchaus für die Richtigkeit der von HILDEBRAND ausgesprochenen Vermutung[1]), daß die Umwandlung der Blütenknospe in einen vegetativen Sproß wahrscheinlich dadurch herbeigeführt wurde, „daß die Ernährungsverhältnisse an dem besprochenen Pflanzenteile andere geworden waren".

Zum Schluß möchte ich noch darauf hinweisen, daß der von HILDEBRAND abgebildete Sproß durch seinen schlanken Wuchs und die Art des Ansatzes an den Mutterzweig auffällig ist. Im allgemeinen sind nämlich terminale Blütenknospen bei den Kakteen mehr oder minder tief in die Sproßspitze eingesenkt. Dies gilt sowohl für die Blüten der Gattung *Pterocactus* K. Sch., die regelmäßig endständig sind[2]), wie auch für die teratologischen Fälle[3]).

1) Diese Berichte, XXVIII, 1910, S. 302.

2) Vgl. K SCHUMANN, Neue Kakteen aus dem Andengebiet. (Monatsschr. f. Kakteenkunde, VII, 1897, S. 6—9. Mit einer Abbildung.)

3) Vgl. O. PENZIG, Pflanzen-Teratologie, I. Band, Genua, 1890, S. 505, 506 und 508.

57. Otto Porsch: Ephedra campylopoda C. A. Mey., eine entomophile Gymnosperme.

(Mit einer Abbildung im Text)

(Eingegangen am 21. Oktober 1910.)

Gelegentlich einer auf Kosten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien im Juli bis August dieses Jahres unternommenen Studienreise nach Dalmatien, deren Hauptziel die Fixierung weiblicher Blüten von *Ephedra campylopoda* C. A. Mey. für eine zytologische Untersuchung der Details des Befruchtungsvorganges war, hatte ich Veranlassung, auch die Bestäubung dieser Pflanze an Ort und Stelle näher zu studieren. Der Hauptstandort, an dem ich die im folgenden mitgeteilten Beobachtungen machte, war Salona, wo die Pflanze im Gebiete der berühmten Ruinenfelder auftritt; weitere Beobachtungen machte ich auf dem Monte Marian bei Spalato und in der Umgebung von Gravosa. Die Pflanze ist gerade in phylogenetischer Hinsicht deshalb von besonderem Interesse, weil sie, wie WETTSTEIN (15) wenige Jahre vorher nachgewiesen hatte, an den erwähnten Standorten in rein weiblichen und regelmäßig zwitterblütigen Stöcken auftritt.

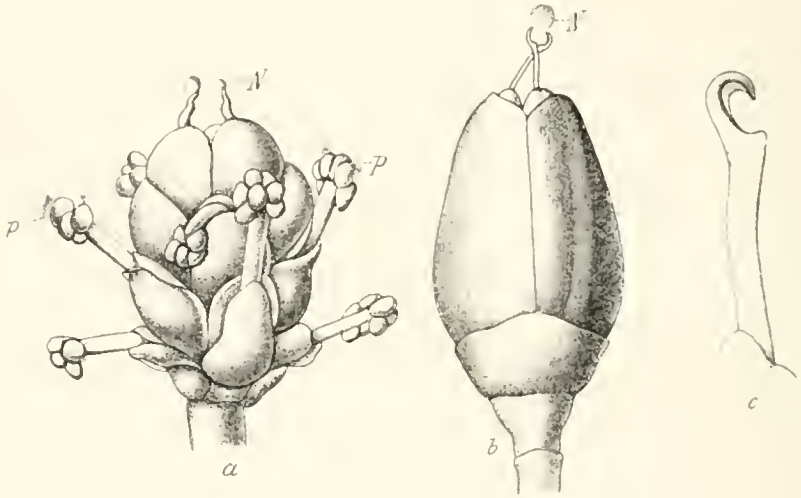
Der Bau der zwitterigen Infloreszenzen ist aus der Darstellung WETTSTEINS bekannt und zeigt im wesentlichen folgendes: Der zwitterige Blütenstand besteht aus meist 5—7 Paaren von Deckblättern in dekussierter Stellung, von denen die des obersten Paares in ihren Achseln je eine weibliche Blüte tragen. (Vgl. Textfigur.) Bisweilen ist eine der weiblichen Blüten rückgebildet oder fehlt vollständig. Die Deckblätter der unteren 1—6 Paare tragen in ihren Achseln je eine männliche Blüte von dem seinerzeit schon von STAPF (13) für unsere Art beschriebenen Bau. Alles Weitere ergibt sich aus der nebenstehenden Textfigur sowie aus den Abbildungen WETTSTEINS (l. c., Taf. I, Fig. 1—2, 5—9). Zur Vervollständigung der v. WETTSTEINschen Angaben habe ich nur noch zu erwähnen, daß sämtliche Deckblätter und Perianthblätter, sowie die übrigen sichtbaren Teile der weiblichen Blüten der zwitterigen Infloreszenz zur Blütezeit lebhaft gelb gefärbt sind. Gegen Ende der Anthese gesellt sich noch ein feuerroter Farbenton hinzu, welcher einen deutlichen Farbenkontrast bedingt. (Vgl. überdies Fußnote 1, S. 405.) Die meist mehr oder weniger überhängenden, die Sträucher von *Paliurus spina-Christi* Mill. als Stütze benutzenden zwitterigen Exemplare erinnern im blühenden Zustande auf die Entfernung stark an blühende Sträucher von *Cornus mas* L., der

übrigens mit ihnen auch darin übereinstimmt, daß er zur Blütezeit unbelaubt ist.

Mein erster Gedanke beim Anblick der in der dalmatinischen Sonne leuchtendgelben zwitterigen Infloreszenzen war, daß die Insektenwelt zum mindesten an dieser augenfälligen Pollenquelle kaum achtlos vorübergehen dürfte, und ich stellte mich daher sofort in Bereitschaft. Meine Vermutung wurde auch durch die direkte Beobachtung nicht nur glänzend bestätigt, sondern sogar noch weit übertroffen. Die Beobachtung ergab kurz folgendes: Sowohl die Samenanlagen der zwitterigen Infloreszenzen als jene der rein weiblichen Blüten sondern im Höhepunkt der Anthese aus der lang hervorgestreckten Integumentröhre[1]) einen Tropfen ab, welcher von der meist schräg abgestutzten trichterförmigen Mündung derselben festgehalten wird. (Vgl. Textfigur.) Dieser Tropfen bleibt selbst während der ärgsten Augustmittagshitze an der Blüte lange erhalten und wird von Insekten verschiedener Familien begierig aufgeleckt. Auf die Bedeutung dieses Tropfens als Insektenlockspeise wurde ich zuerst durch die Beobachtung der Tatsache aufmerksam, daß sowohl die nur weiblichen als die zwitterigen Stöcke regelmäßig von der in Dalmatien häufigen Ameise *Acantholepis Frauenfeldi* Mayr besucht werden, deren ganzes Interesse den Integumenttropfen der Samenanlagen gilt. Bei der bekannten Vorliebe, welche gerade die Ameisen für süße Flüssigkeiten besitzen, war hiermit ein Fingerzeig gegeben, die anlockende Wirkung dieses vermutlich süßen Tropfens auf andere Insekten zu untersuchen. Die Beobachtung ergab auch sofort, daß die zwitterigen Infloreszenzen von einer sehr gemischten Insektengesellschaft regelmäßig besucht werden, deren Bestimmung nach dem von mir gesammelten Materiale Vertreter von nicht weniger als 7 verschiedenen Familien in 9 Gat-

1) Diese fehlt in den Abbildungen WETTSTEINS, was wohl damit zusammenhängt, daß es sich bei seinem Material, der vorgeschrittenen Jahreszeit des Einsammelns (Spätherbst 1906) entsprechend, um verspätete Exemplare handelt. Die normale Blütezeit ist bei Ragusa nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Professor L. ADAMOVIĆ (Ragusa) Juli bis September. Meine Beobachtungen stammen aus der Zeit von Ende Juli bis ungefähr 10. August. Um diese Zeit hatte die Pflanze den Höhepunkt ihrer Anthese bereits überschritten. Mehr als die Hälfte der weiblichen Blüten waren bereits befruchtet. Meine Nachuntersuchung des WETTSTEINschen Materials ergab in voller Übereinstimmung mit dessen Abbildungen bei sämtlichen darauf untersuchten weiblichen Blüten ein geschlossenes Integument. Von einer Integumentröhre war nirgends etwas zu sehen. Der Fall zeigt wieder sehr deutlich, wie wichtig es bei blütenbiologischen Untersuchungen ist, die Blüten im Höhepunkte ihrer Anthese zu beobachten.

tungen und 13 Spezies ergab. Ich bin fest überzeugt, daß ich bei länger andauernder Beobachtungszeit eine noch viel größere Zahl derselben hätte nachweisen können. Die von mir als Besucher beobachteten Insekten sind nach freundlicher Bestimmung der Herren Custoden F. KOHL und A. HANDLIRSCH (Wien), deren ersterer die Hymenopteren, letzterer die Dipteren übernahm, folgende:



Ephedra campylopoda C. A. Mey.

a) Zwitterige Infloreszenz, *p* Pollenhäufchen, *N* Nektartropfen, *b)* rein weibliche Infloreszenz, *N* Nektartropfen, *c)* Integumentröhre von *b*. (*a—b* Vergr. 8 : 1, *c* stärker vergr.)

Hymenoptera: *Apidae:* 1. *Apis mellifica* L., 2. *Halictus politus* Schnck., 3. *H. Smeathmanellus* Kirby Affin.
Vespidae: 4. *Eumenes pomiformis* L. var. *mediterranea*.
Formicidae: 5. *Acantholepis Frauenfeldi* Mayr.
Evaniidae: 6. *Gasteruption affectator* F.
Braconidae: 7. *Bracon guttator* Pz.

Diptera: *Syrphidae:* 8. *Paragus bimaculatus* Wied., 9. *P. tibialis* Fall., 10. *P. quadrifasciatus* Meig., 11. *P. bicolor* Fabr., 12. *Eristalis aeneus* Scop., 13. *Syritta pipiens* L.

Das Interesse der Tiere gilt in erster Linie dem Mikropylartropfen, aber auch dem Pollen. Namentlich die Syrphiden begnügen sich nicht bloß mit dem Tropfen, sondern fressen auch gern den Pollen. Ich hatte wiederholt Gelegenheit, die Tätigkeit der Mund-

teile der Tiere sowohl beim Saugen als beim Pollenfressen unter zehnfacher Lupenvergrößerung zu beobachten. Indem sich die Tiere auf die Infloreszenz niederlassen, bestäuben sie sich an der Körperunterseite mit Pollen. Die Übertragung des Blütenstaubes auf den Insektenkörper wird nicht nur dadurch erleichtert, daß sich die Antheren nach oben öffnen, sondern daß über dies der Pollen deutlich klebrig ist und sich in kleinen Klümpchen anheftet, nachdem er in kleinen Häufchen entleert wurde. (Vgl. Textfig.) Die Exine des Pollens ist mit meridionalen Längsrippen versehen[1]). Hiervon kann man sich durch Berührung einer eben geöffneten Anthere leicht überzeugen. Also sowohl die Öffnungsweise der Antheren als die Beschaffenheit des Pollens stehen bereits im Dienste der Entomophilie[2]). Wie sehr der Pollenden Insekten zusagt, geht übrigens auch daraus hervor, daß ihn die Arbeiterinnen der Honigbiene einsammeln und in großen Höschen in ihren Bau eintragen[3]).

Da, wie seinerzeit schon WETTSTEIN angab (15, S. 25) und wie ich auf Grund zahlreicher Beobachtungen am natürlichen Standorte bestätigen kann, die Samenanlagen der zwitterigen Infloreszenzen niemals Früchte ansetzen, war die Beobachtung der rein weiblichen Stöcke auf Insektenbesuch hin besonders wichtig. Denn die regelmäßige Anlockung der Insekten durch die zwitterigen Infloreszenzen ist für die Arterhaltung der Pflanze nur dann ausschlaggebend, wenn die Tiere auch die rein weiblichen Blüten regelmäßig besuchen. Diese besitzen aber, da sie niemals auch nur die geringste Spur des anderen Geschlechtes zeigen, als Insektenlockspeise bloß den Mikropylartropfen. Sie sind grün, gegen Ende der Blütezeit rötlich behaucht, mithin auch in ihrer Färbung viel weniger auffallend als die lebhaft gelben zwitterigen Infloreszenzen. Die Beobachtung ergab, daß auch die rein weiblichen Blüten von fast allen in obiger Liste angeführten

1) Vgl. das ähnliche Verhalten bei *E. distachya* L. mit ihrer Unterart *E. helvetica* C. A. Mey. nach KIRCHNER (9).

2) In zweiter Linie wäre zu erwähnen, daß die Tiere beim Pollenfressen oder Pollensammeln mit der Bauchseite gelegentlich den Mikropylartropfen berühren, wodurch dieselbe, klebrig geworden, den Pollen umso leichter festhält.

3) Erwähnenswert ist ferner, daß sich die Längsachse der rein weiblichen zu jener der zwitterigen Infloreszenz durchschnittlich wie 1,5:1 verhält. Da infolge der geringeren Gesamtgröße der zwitterigen Infloreszenz die Abstände zwischen den einzelnen Antherenträgern verringert sind, wird dadurch bei der Kleinheit der Hauptbestäuber die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung ihrer Körperunterseite beim Saugen des Tropfens bedeutend erhöht.

Insekten bloß der Mikropylartropfen wegen regelmäßig besucht werden, wobei die Pollenübertragung durch die Bauchseite der Tiere erfolgt. Als Hauptbestäuber kommen hiervon in erster Linie unter den Apiden die beiden *Halictus*-Arten, unter den Syrphiden die *Paragus*-Arten in Betracht. Diese beiden Gattungen sind regelmäßig mit voller Sicherheit sowohl an den zwitterigen wie den rein weiblichen Pflanzen anzutreffen. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß die Hauptbestäuber wie die Pflanze mediterrane Typen darstellen.[1]) Ebenso regelmäßig fand ich an den zwitterigen Stöcken die unter 12—13 angeführte *Eristalis* und *Syritta*, seltener an den weiblichen Pflanzen. *Eumenes* fand ich häufiger an den rein weiblichen, die Honigbiene nicht ausschließlich, aber sehr häufig an den zwitterigen Pflanzen, da es ihr bloß auf den Pollen ankommt. Obwohl daher durch die Honigbiene während des Pollensammelns die Samenanlagen der zwitterigen Infloreszenzen regelmäßig bestäubt werden, kommt dieselbe infolge der Sterilität derselben für die Arterhaltung unserer Pflanze nicht in Betracht. Die Honigbiene steht auch historisch in keiner Beziehung zu ihr, nicht nur wegen ihrer indischen Heimat, sondern auch in Anbetracht ihrer an die Gewinnung tiefer geborgenen Honigs angepaßten Mundteile. Ebenso spielt die erwähnte Ameise, obwohl sie ständiger Besucher der zwitterigen und rein weiblichen Stöcke ist, für die Bestäubung der letzteren kaum eine nennenswerte Rolle. Der unter 6 und 7 angeführte *Gasteruption* und *Bracon* sind bloß gelegentliche Besucher.

Durch den Nachweis des regelmäßigen Besuches der weiblichen Stöcke seitens bestimmter Insekten wird die Bedeutung der zwitterigen Infloreszenzen mit ihren auf die Insektenbestäubung gewissermaßen hinzielenden Merkmalen vollkommen klar. Die Bedeutung der zwitterigen Infloreszenzen liegt darin, durch Verlegung der den begehrten Mikropylartropfen absondernden weiblichen Blüte in den Bereich der männlichen Infloreszenz die Pollenübertragung auf den Insektenkörper zu sichern. Da infolgedessen beide Infloreszenzen dem nektarsuchenden Insekt dasselbe bieten, letzteres mithin veranlaßt wird, beide Blütenarten zu besuchen, ist damit die Bestäubung resp. Befruchtung garantiert. Beschaffenheit des Pollens und Öffnungsweise der Antheren stehen weiter im Dienste der Entomophilie. Der „Bestäubungstropfen" der anemophilen

[1]) Nach Aussage der Herren Kustoden F. Kohl und A. Handlirsch.

gymnospermen Vorfahren ist zum „Nektartropfen" für das bestäubende Insekt geworden. *Ephedra campylopoda* qualifiziert sich mithin als unzweideutig entomophil angepaßte Gymnosperme. Der freien Art der Darbietung der geringen Nektarmenge entspricht der gemischte Besucherkreis zumeist kurzrüsseliger Insekten. Die Hauptbestäuber sind mediterrane *Halictus*- und *Paragus*-Arten (niedrige Apiden resp. Syrphiden).

Soweit in Kürze der Tatbestand. Dem Charakter dieser Mitteilung entsprechend, ist es nicht möglich, auf dem engen Raum all die Fragen ausführlich zu diskutieren, die sich aus diesem Befunde ergeben. Ich begnüge mich damit, die wichtigsten derselben bloß anzudeuten. Die sich hieraus ergebenden Fragen sind 1. physiologisch-anatomischer, 2. zytologischer und 3. vor allem phylogenetischer Natur.

1. In physiologisch-anatomischer Beziehung wäre zunächst die Frage zu entscheiden, wo die Nektarsekretion erfolgt. In Analogie mit den Cykadeen, wo das Wasser nicht nur zum Aufsaugen des Pollens, sondern auch als Fortbewegungsmedium für die Spermatozoiden sezerniert wird, und den Koniferen, bei denen die Sekretion bloß im Dienste der Anemophilie steht, dürfte auch hier wohl die apikale, die Pollenkammer umgebende Region des Nuzellus in erster Linie in Betracht kommen. Tatsächlich weisen die Zellen dieser Region bei unserer Pflanze in ihrem Plasmareichtum und ihrer meist geförderten Kerngröße auf sekretorische Funktion hin. Ob und inwieweit sich auch das Integument an der Sekretion beteiligt, wie dies PEARSON für *Tumboa* nachwies (10), bleibt noch zu untersuchen. Der mikrochemische Zuckernachweis steht derzeit noch aus, wenn auch der Zuckergehalt aus dem Verhalten der Tiere unzweideutig hervorgeht. Derselbe war für mich praktisch nicht zu erbringen, da ich auf die Entdeckung der Entomophilie vor meiner Ankunft an Ort und Stelle begreiflicherweise nicht gefaßt war, und mir daselbst die nötigen Reagentien nicht zur Verfügung standen. Meine Aufgabe war ja, wie erwähnt, die Fixierung geeigneten Materiales für das zytologische Studium der näheren Details des Befruchtungsvorganges. Ich hoffe übrigens diese Lücke im nächsten Sommer an Ort und Stelle auszufüllen. In blütenbiologischer Beziehung ist diese Frage übrigens streng genommen nebensächlicher Natur. Das Wesentliche hierbei ist Anlockung der Insekten, Verköstigung derselben bei gleichzeitigen Anpassungen zur Sicherung der Fremdbestäubung und Beobachtung der tatsächlich erfolgten Bestäubung. Erwähnt sei noch, daß auch

aus der relativ langen Dauer des Tropfens folgt, daß die wässerige Flüssigkeit desselben an einen darin gelösten Stoff gebunden sein muß. Für *Tumboa* wurde der mikrochemische Beweis erbracht, indem PEARSON zeigte, daß sowohl die äußersten Zellschichten des Nuzellus als das Integument zur Zeit der Bestäubung bei Behandlung mit FEHLINGscher Lösung Rohrzuckerreaktion ergeben.

2. In zytologischer Beziehung ist vor allem die Frage nach den eventuellen Gründen der immerhin auffallenden, regelmäßigen Unfruchtbarkeit der Samenanlagen in den zwitterigen Infloreszenzen zu beantworten. Wie ich bereits an anderer Stelle nachwies (11, 12), sind die Archegonien dieser sterilen Samenanlagen sehr kräftig entwickelt. Nur fiel mir schon damals auf, daß ich zur Zeit der vollkommenen Reife der Samenanlagen die Archegonien meist mit ungeteiltem Zentralkern vorfand und nur sehr selten mit deutlichem Bauchkanalkern und Eikern. Die von mir in letzter Zeit vorgenommene Untersuchung der fertilen Archegonien der rein weiblichen Blüten ergab, daß dieselben ebenso wie die „Deckschichtzellen" auffallend kleiner als jene der sterilen Samenanlagen sind. Ob die Archegonien der letzteren gewissermaßen sexuell degeneriert, dagegen vegetativ gefördert sind, oder ob ihre Unfruchtbarkeit auf der meist mangelnden Teilung des Zentralkernes beruht, bleibt noch zu entscheiden. Denn wenn sich der Zentralkern nicht teilt, ist auch kein Eikern vorhanden. Die starke Förderung der sterilen Archegonien findet übrigens eine merkwürdige Parallele in der mächtigen Entwicklung des Embryosackes der unvollkommenen weiblichen Blüten von *Gnetum Gnemon*, deren Nachweis wir den grundlegenden Untersuchungen KARSTENs verdanken (7, 8). Schließlich entsteht noch die Frage, ob sich die sterilen Archegonien der zwitterigen Infloreszenzen von den fertilen der weiblichen Blüten selbst bei sonst normalem Bau nicht gewissermaßen sexualchemisch unterscheiden und daher den Pollen nicht entsprechend chemisch reizen. Ich hoffe, daß es mir gelingen wird, nach eingehender vergleichend-zytologischer Untersuchung beider Archegontypen der Lösung dieser Fragen näherzutreten.

3. Unstreitig das höchste Interesse knüpft sich an den Nachweis der Entomophilie in phylogenetischer Hinsicht. Gerade gegenwärtig, wo in der großen Frage nach der Phylogenie der Angiospermen die beiden Theorien von WIELAND—ARBER—PARKIN—HALLIER (17, 1, 2, 4) einerseits, und WETTSTEIN (16) anderseits einander unüberbrückbar gegenüberstehen, muß jede neue Entdeckung doppelt erwünscht sein, welche für oder wider eine der beiden Auffassungen eine wesentliche Stütze liefert. Aus obiger

Darstellung geht wohl klar hervor, daß der Gedankengang der WETTSTEINschen Theorie der Entstehung der Angiospermen-Zwitterblüte wenigstens in seinen biologischen Voraussetzungen durch den Nachweis der Entomophilie einer *Ephedra*-Art eine glänzende Bestätigung erfährt. *Ephedra campylopoda* stellt sich würdig *Gnetum Gnemon* an die Seite, für welche vor längerer Zeit bereits KARSTEN (7, 8) das normale Vorkommen zwitteriger Infloreszenzen nachwies, nachdem bereits BLUME eine androgyne Infloreszenz dieser Art abgebildet hatte (3). Für andere Arten hatte dies früher schon STRASBURGER (14) angegeben. Weiter wies bereits KARSTEN für *Gnetum Gnemon* die Zuckerausscheidung im Mikropylartropfen nach und vermutete bereits damals, daß dieser Tropfen die Bedeutung eines Nektartropfens besitze und für die Bestäubung der Pflanze von Bedeutung sein könne. Ja er war sich bereits vollkommen klar darüber, daß die von ihm in Buitenzorg beim Ablecken des Tropfens beobachteten Ameisen für die Bestäubung kaum in Betracht kämen, für die er fliegende Insekten verantwortlich machte. Leider gelang es ihm nicht, den Bestäubungsvorgang selbst in der Natur direkt zu beobachten. Im wesentlichen dieselben Verhältnisse liegen bei *Tumboa* vor. Für diese Gattung hatten bereits HOOKER und STRASBURGER (5, 14) die Bestäubung durch Insekten vermutet, und kürzlich wurde bekanntlich durch PEARSON (10) der unzweideutige Nachweis ihrer Entomophilie und entomophilen Anpassungen erbracht. Mit der Erkenntnis dieses Tatbestandes wurde auch der Bau der zwitterigen Infloreszenz mit einem Schlage vollkommen klar. Den beiden übrigen Gattungen der *Gnetales* schließt sich nun auch *Ephedra* und zwar in einer europäischen Art an.[1]) In allen den genannten Fällen bedeutet die konsequente Durchführung der entomophilen Anpassungen einen gewaltigen morphologischen Vorwärtsschritt in der Richtung zur entomophilen Zwitterblüte der Angiospermen. Immer wieder erscheint sowohl die Annäherung an die Angiospermen-Einzelblüte als die damit in Zusammenhang stehende Entomophilie auf demselben Wege erreicht, nämlich durch die mehr oder minder zentrale Verlegung weiblicher Einzelblüten in die männliche Infloreszenz bei weitestgehender morphologischer Reduktion der Einzelblüte. Für den Phylogenetiker ist es ein wahres Vergnügen

[1]) Selbst JACCARD, welcher für *E. helvetica* gelegentliche Anlockung nicht näher bestimmter Insekten durch süße Tropfen angibt, betrachtet den Insektenbesuch als bloß zufällig und hält den Wind für den Hauptfaktor der Bestäubung (6, p. 28). Vgl. überdies KIRCHNERs (9) gegenteiligen Standpunkt, der durch die vorliegende Untersuchung bestätigt wird.

zu sehen, daß diese Entwicklungstendenz zur Angiospermenblüte hin gerade die jüngsten Auszweigungen des aufstrebenden Gymnospermenstammes ganz einheitlich beherrscht. Ich glaube, daß angesichts dieser Tatsachen in der großen Frage nach dem Ursprunge der Angiospermen die Entscheidung wohl zugunsten der Wettsteinschen Auffassung fallen wird. Für mich bleibt nach wie vor *Ephedra* der Schlüssel zur Phylogenie der Angiospermen.

Literatur.

1. Arber, E. A. N., and Parkin, J., On the origin of Angiosperms. Journ. of the Linn. Soc. London. Bot. Vol. XXXVIII 1907. Deutsch übersetzt von O. Porsch in Österr. bot. Zeitschr. 1908, Nr. 3 u. ff.
2. — —, Studies on the evolution of Angiosperms. The Relationship of the Angiosperms to the *Gnetales*. Ann. of Bot. Vol. XXII. 1908, Nr. LXXXVII
3. Blume, C. L., Rumphia, 1836. Taf. 176, Fig. 9.
4. Hallier, H., Über *Juliania*, eine Terebintbaceengattung mit Cupula, und die wahren Stammeltern der Kätzchenblütler. Neue Beiträge zur Stammesgeschichte der Dikotyledonen. Beih. z. bot. Centralbl., II. Abt. XXIII. 1908, S. 81 ff.
5. Hooker, J. D., On *Welwitschia*, a new genus of *Gnetaceae*. Transact. of the Linn. Soc. Lond. XXIV, p. 31.
6. Jaccard, P., Recherches embryologiques sur l'*Ephedra helvetica*. Dissert. Lausanne 1894.
7. Karsten, G., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger *Gnetum*-Arten. Bot. Zeit. 1892, S. 213.
8. —, Zur Entwicklungsgeschichte der Gattung *Gnetum*. Cohns Beitr. z. Biologie d. Pflanzen. VI. 1893, S. 349.
9. Kirchner, O., Loew, E., Schröter, C., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttg 1906. Gattung *Ephedra*. Bearbeitet v. Kirchner.
10. Pearson, H. H. W., Further observations on *Welwitschia*. Philosophic. Transact. of the Royal Soc. London. Ser. B., Vol. 200. 1908, p. 343.
11. Porsch, O., Versuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryosackes u. d. doppelten Befruchtung der Angiospermen. Jena, 1907. Fig. 4—6.
12. —, Über einige neuere phylogenetisch bemerkenswerte Ergebnisse der Gametophytenerforschung der Gymnospermen. Festschr. d. naturwiss. Ver. an d. Universität Wien. 1907. S. 86 ff., S. 101 ff.
13. Stapf, O., Die Arten der Gattung *Ephedra*, Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, mathem.-naturw. Kl. LVI, 1889. S. 53, 56.
14. Strasburger, E., Die Coniferen und die Gnetaceen. Jena. 1872 S. 271.
15. Wettstein, R. v., Über das Vorkommen zweigeschlechtiger Infloreszenzen bei *Ephedra*. Festschr. d. naturwissensch. Ver. a. d. Universität Wien. 1907. S. 21—28
16. —, Handbuch der systematischen Botanik. II. Bd. Wien, 1903—08. S. 201—208.
17. Wieland, G. R., American Fossil Cycads. Washington, 1906.

58. J. Modilewski: Weitere Beiträge zur Embryobildung einiger Euphorbiaceen.

(Eingegangen am 21. Oktober 1910.)
(Mit Tafel XII.)

Mit dieser kurzen Mitteilung beabsichtige ich meine Beobachtung über die Embryosackentwicklung von *Euphorbia procera* Bieb. im Zusammenhang mit derjenigen einiger anderen *Euphorbia*-Arten zu ergänzen. (Zur Embryobildung von *Euphorbia procera*. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1909. B. XXVII.) Mein früheres Material war nicht hinreichend, um die Entwicklung des Embryosackes von *Euph. procera* auf den jüngsten Stufen genau zu verfolgen. Deshalb habe ich während dieses Sommers das nötige Material, wie auch einige andere Euphorbiaceen im Münchener Botanischen Garten gesammelt. Für die liebenswürdige Überlassung des nötigen Materials möchte ich an dieser Stelle Herrn Geh. Hofrat Professor VON GOEBEL und Herrn Dr. KUPPER meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Gleichzeitig ließ ich mir *Euph. procera* von im Freien wildwachsenden Exemplaren aus dem Dorfe Motowilowka, unweit von Kiew, verschaffen. Als Fixierflüssigkeit wurde in beiden Fällen Alkohol mit Essigsäure verwendet.

In ganz jungen Samenanlagen, welche die Gestalt eines Nucellarhöckers haben, beobachtet man unter der Epidermisschicht eine Reihe von verlängerten Zellen; die mittleren davon muß man als Archesporzellen auffassen, da sie sich sehr früh in die Schichtzellen und die Embryosackmutterzellen teilen (Fig. 1, 2). Die Schichtzellen vollziehen bald nach ihrer Entstehung die erste Teilung, so daß es sehr schwer ist, ein solches Bild aufzusuchen, wo nur eine Reihe von Schichtzellen über den Embryosackmutterzellen lagerten. Während die Schichtzellen durch rasch aufeinander folgende sukzessive Teilungen drei Zellreihen bilden, wachsen die Embryosackmutterzellen heran; ihre Kerne bleiben dabei ohne Teilung und sind zu dieser Zeit noch im Synapsisstadium (Fig. 3). Die Zahl der Archesporzellen und die entsprechende der Embryosackmutterzellen in dem Nucellus ist gewöhnlich sechs, sieben, seltener fünf. Die letzteren treten mitten in den übrigen Zellen des Nucellus deutlich hervor und zeichnen sich durch ihre Größe und die Größe ihrer Kerne aus; sie lagern nebeneinander in der Mittelachse des oberen Teiles des Nucellus und nehmen fast den ganzen inneren Raum desselben in Anspruch. Die erste Kernteilung ist eine heterotypische in den Embryosackmutterzellen; in

dem Nucellus findet sie statt ohne Ausnahme bei allen Embryosackmutterzellen und verläuft fast gleichzeitig. Die dadurch entstandenen zwei ersten Kerne zu sehen gelingt sehr selten, da sie gleich darauf sich nochmals teilen (Fig. 4—6). Auf diese Weise entstehen in allen Embryosackmutterzellen ohne irgendwelche Ausnahme vier Kerne. Die Unterdrückung der einen vierkernigen Zelle durch die andere während dieser Entwicklungsperiode findet sehr selten statt. Es muß dabei hervorgehoben werden, daß die Reduktionsteilung der Kerne niemals von einer Zellteilung begleitet wird. Es entstehen keine Tochterzellen. Die Zahl der Chromosomen bei der Reduktionsteilung ist wahrscheinlich auf acht zu schätzen. Auf der Abbildung sind die beiden Hälften desselben Kerns einer Embryosackmutterzelle in der Diakinese wiedergegeben (Fig. 7).

Vergleicht man alle jungen vierkernigen Zellen, so sehen sie alle einander gleich. Ihre Kerne lagern unregelmäßig in dem kleinen Raume der Embryosackmutterzellen. Am meisten lagern sie kettenartig, nicht selten dicht aneinander kreuzweise gedrängt, aber auf eine Polarität deutet in Bezug auf die Orientierung nichts hin. Diejenige Embryosackmutterzelle, die den übrigen in ihrem Wachstum voran eilt, findet man gewöhnlich in der Mittelachse des Nucellus. Nachdem sie bestimmte Dimensionen erreicht hat, wandern ihre vier Kerne nach vier Richtungen der Zelle, um sich kreuzweise in ihr zu orientieren und so weist auf einmal die letztere eine Bipolarität auf. Mit diesem Momente ist die Umbildung einer der Embryosackmutterzellen zum jungen Embryosack gekennzeichnet. Durch zwei sukzessive Teilungen der vier kreuzweise lagernden Kerne entsteht der reife sechzehnkernige Embryosack. Die übrigen vierkernigen Embryosackmutterzellen bleiben während dieser Zeit in ihrer Entwicklung zurück und sterben allmählich ab. Eine Zeitlang verlängern sie sich noch; bei einigen nehmen die Kerne sogar an Größe zu, aber das Wachstum der Zellen in die Breite ist begrenzt, da sie von dem heranwachsenden Embryosack seitlich gedrückt werden (Fig. 9—11). Schließlich sind sie als dünne lange Zellen entweder an den Seiten des Embryosacks oder unter dem letzteren sichtbar. Die Resistenzfähigkeit der Kerne in den degenerierenden vierkernigen Embryosackmutterzellen ist so stark, daß man sie als Reste neben dem sechzehnkernigen Embryosacke auffinden kann. Seltener kommt es vor, daß einige Embryosackmutterzellen gleich nach der Ausbildung der vier Kerne, ohne vorher heranzuwachsen, degenerieren; in diesem Falle gehen auch ihre Kerne zugrunde. Es kommt vor, daß zwei oder sogar

mehrere Embryosackmutterzellen weiter nebeneinander gleichmäßig zu wachsen versuchen. Es entstehen dabei zwischen ihnen sehr verwickelte Raumverhältnisse und fast alle werden durch sehr unregelmäßige Gestalt charakterisiert. Doch ist es möglich, sogar in diesen Fällen vorauszusagen, welcher von diesen potentiellen Embryosäcken sich weiter entwickeln wird, da seine vier Kerne kreuzweise an seinen Wänden lagern (Fig. 8). Bei den angrenzenden Embryosäcken weisen die Kerne keine Polarität in ihrer Orientierung auf. Nachdem der junge Embryosack bedeutend an Dimensionen zugenommen hat, teilen sich seine vier Kerne in acht. Mit diesem Schritt wird die weitere Entwicklung des Embryosacks eingeleitet, und Verzögerungen, welche von den angrenzenden Embryosäcken bisher verursacht wurden, finden nicht mehr statt. Es war niemals möglich, zwei achtkernige Embryosäcke in demselben Nucellus zu finden. Jede Konkurrenz zwischen den jungen Embryosäcken wird während des vierkernigen Stadiums zu Ende gebracht. Die Beschreibung der folgenden Momente der Embryosackentwicklung von *Euph. procera* ist in meiner früheren Mitteilung angegeben worden.

Die Untersuchung wurde an dem im Münchener Botanischen Garten gesammelten Materiale vollführt. Zur Kontrolle der von mir erhaltenen Resultate wendete ich mich an das Material, welches von den wildwachsenden Exemplaren aus Motowilowka stammte. Der reife Embryosack zeigte eine für *Euph. procera* Bieb. typische Kernzahl und Anordnung. Es ist einleuchtend, daß die abweichende Embryosackentwicklung von *Euph. procera* nicht nur den im Münchener Botanischen Garten kultivierten Exemplaren, sondern auch den im Freien wildwachsenden eigen ist. Deshalb ist die Behauptung aus einem russischen botanischen Institute, als ob bei *Euph. procera* die Embryosackentwicklung normal verlaufe, als eine gänzlich unrichtige aufzufassen. Es ist möglich, daß die Verfasser eine andere Art anstatt der *Euph. procera* zur Untersuchung herangezogen haben. Das ist umso wahrscheinlicher, als bei mehreren von mir untersuchten Euphorbiaceen sich herausgestellt hat, daß sie alle wirklich einen typischen normalen Embryosack haben.

Bei folgenden Arten wurde die Entwicklungsgeschichte des Embryosacks genauer verfolgt: *Euph. Lathyris, Euph. salicifolia, Euph. globosa, Euph. meloformis, Euph. Cyparissias, Euph. coralloides, Euph. variegata, Euph. helioscopia, Euph. gerardiana, Euph. Ipecacuanha, Euph. heterophylla, Ricinus communis, Phyllanthus angustifolius, Securinega ramiflora, Croton citiatoglanduliferum.* Bei allen erwähnten Arten entsteht in jungen Samenanlagen nur eine einzige Archesporzelle;

sie teilt sich in die Schichtzelle und in die Embryosackmutterzelle (Fig. 12); aus der letzteren entstehen zwei Tochterzellen. Durch die nächste Teilung, welche in den beiden oder nur in der unteren Tochterzelle stattfindet, entsteht eine typische der Längsachse parallele Reihe von drei oder vier Zellen. Bei *Phyllanthus angustifol.* z. B. sind deren vier, bei *E. meloformis* nur drei vorhanden. Stets verlängert sich die untere Tochterzelle, verdrängt die oberen und entwickelt sich zum Embryosack (Fig. 13, 14). Die zwei ersten Kerne wandern an die beiden Polenden des jungen Embryosackes, womit die typische Polarität angedeutet wird. Die weitere Entwicklung bietet keinerlei Besonderheiten (Fig. 17—19). Es entsteht der Eiapparat, drei Antipoden und zwei Polkerne. Im Gegensatz zur *Euph. procera*, bei der die drei Antipoden deutliche Zellen darstellen und, ihrer Gestalt nach, oft dem Eiapparat ähnlich sind (die mittlere Antipode ist oft größer und ragt in die Mitte des Embryosackes hinein), sind die Antipoden der anderen Euphorbiaceen ziemlich klein und zeigen sehr oft keine deutliche Zellenumrisse. Eine Ausnahme bildet nur *Euph. Lathyris*, bei welcher die mittlere Antipode größer ist und an die Eizelle erinnert (Fig. 15). Der Eiapparat ist bei allen Arten typisch ausgebildet und weist bei keiner Art irgend welche Abweichungen auf. Die Polkerne, stets zwei, lagern gewöhnlich in der Mitte dicht aneinander gedrängt. Die Größe der Embryosäcke der anderen Euphorbiaceen ist im Vergleiche mit derjenigen von *Euph. procera* geringer. Besonders auffallend klein ist der Embryosack bei *Croton ciliatoglanduliferum*. Der ganze Raum des Embryosackes bei dieser Art ist von dem Eiapparat, den Polkernen und Antipoden ausgefüllt, und dabei sind alle Bestandteile des Embryosackes auch klein (Fig. 16). Die anderen unbedeutenden Variationen in der Entwicklung des Embryosackes sind kaum nötig zu erörtern. Alle diese Variationen gehen nicht über die Grenzen solcher Abweichungen, welche bei verschiedenen mit normalen Embryosäcken ausgestatteten Pflanzen mehrfach beschrieben wurden, hinaus. Die Embryobildung und die Endospermbildung verlaufen in typischer Weise. Nur bei *Euph. Ipecacuanha* ist der Embryoträger länger als bei den Embryonen anderer Euphorbiaceen; der Embryo dringt bei seinem Wachstum etwas tiefer nach oben in den Nucellusscheitel hinein; gleichzeitig damit erfährt der langgestreckte Embryosack eine Erweiterung im untersten Teile und bildet außerdem um diese Erweiterung eine ringförmige Vertiefung in der Weise, daß auf den Längsschnitten eine dreilappige Ausstülpung zum Vorschein gelangt. Diese Besonderheit fehlt den anderen Arten bei der Embryobildung.

Aus der Zusammenstellung der Entwicklungsgeschichte von *Euph. procera* und anderer *Euphorbia*-Arten folgt, daß alle Vorgänge in den Samenanlagen der ersteren und der letzteren sich von Anfang an wesentlich voneinander unterscheiden. Aber die beschriebenen Variationen in der Entwicklungsgeschichte der normalen Euphorbiaceen geben, wegen ihrer Unwichtigkeit, keine Anknüpfungspunkte zur Aufklärung der Frage, auf welche Weise die anomale Embryosackentwicklung bei *Euph. procera* zustande gekommen ist. Was das Ausbleiben der Teilung der Embryosackmutterzelle in vier Tochterzellen anbetrifft, so verhält sich *Euph. procera* in dieser Beziehung ähnlich wie die anderen Pflanzen, bei welchen der Embryosack sechzehn Kerne enthält. In einer Beziehung aber ist die Entwicklungsgeschichte bei *Euph. procera* wesentlich abweichend, nämlich in der Ausbildung eines Archespors. Falls wir das Vorkommen eines Archespors als ein Merkmal primitiven Charakters auffassen, so wird vielleicht die Tatsache, daß wir ein Archespor mit einem sechzehnkernigen Embryosacke in der Entwicklungsgeschichte derselben Art zusammen antreffen, etwas zur Aufklärung der Frage über Phylogenie des Embryosackes beitragen.

Herrn Prof. NAWASCHIN, der mit gewohnter Liebenswürdigkeit mir sein Laboratorium für Ausführung dieser Arbeit zur Verfügung stellte, spreche ich an dieser Stelle meinen innigsten Dank aus.

Zusammenfassung.

1. In jungen Samenanlagen von *Euph. procera* entsteht ein Archespor.

2. Die Archesporzellen teilen sich in Schichtzellen und Embryosackmutterzellen.

3. In allen Embryosackmutterzellen entstehen vier Kerne ohne nachfolgende Zellteilung.

4. Eine von den vierkernigen Embryosackmutterzellen entwickelt sich zu einem reifen sechzehnkernigen Embryosack, während die übrigen degenerieren.

5. Die Samenanlagen anderer Euphorbiaceen enthalten eine einzige Archesporzelle; ihre Embryosackmutterzelle teilt sich in vier Tochterzellen; aus der untersten entsteht ein typischer achtkerniger Embryosack.

Figuren-Erklärung zu Tafel XII.

Fig. 1. *Euph. procera.* Junges Archespor.

Fig. 2. *Euph. procera.* Nucellusscheitel mit einer Reihe von Schichtzellen und von Embryosackmutterzellen.

Fig. 3. *Euph. procera.* Nucellusscheitel mit etwas älteren Embryosackmutterzellen

Fig. 4. *Euph. procera.* Die erste heterotypische Kernteilung in einer Embryosackmutterzelle; zwei erste Kerne in der nächsten Zelle.
Fig. 5. *Euph. procera.* Nucellus mit vierkernigen Embryosackmutterzellen.
Fig. 6. Drei Embryosackmutterzellen; in zwei linken je vier Kerne, in der rechten zwei Kernspindeln von *Euph. procera.*
Fig. 7. Zwei Hälften desselben Kerns in Diakinese aus einer Embryosackmutterzelle von *Euph. procera.*
Fig. 8. Zwei Schnitte aus derselben Serie einer Samenanlage, bei welcher vier Embryosackmutterzellen sich gleichzeitig zu Embryosäcken zu entwickeln versuchen. I. Im ersten — vier Kerne lagern bipolar. II—IV — die übrigen zurückbleibenden Embryosäcke. *Euph. procera.*
Fig. 9—10. Ältere vierkernige Embryosäcke mit degenerierenden Embryosackmutterzellen von *Euph. procera.*
Fig. 11. Achtkerniger Embryosack mit einer degenerierenden Embryosackmutterzelle von *Euph. procera.*
Fig. 12. *Euph. Lathyris.* Samenanlage mit Schichtzellen und Embryosackmutterzelle.
Fig. 13. *Phyllanthus angustifolius.* Zwei Tochterzellen.
Fig. 14. *Phyllanthus angustifolius.* Zweikerniger Embryosack mit drei degenerierenden Tochterzellen.
Fig. 15. *Euph. Lathyris.* Reifer Embryosack.
Fig. 16. *Croton ciliatoglandulifer.* Reifer Embryosack.
Fig. 17. *Securinega ramiflora.* Reifer Embryosack.
Fig. 18. *Phyllanthus angustifolius.* Reifer Embryosack.
Fig. 19. *Euph. meloformis.* Reifer Embryosack.

59. C. Correns: Der Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum bei buntblättrigen und gestreiftblühenden Mirabilis-Sippen.

(Eingegangen am 23. Oktober 1910.)

Seit Jahren verfolge ich bei *Mirabilis Jalapa* die Erblichkeitsverhältnisse der buntlaubigen und der gestreiftblühenden Sippen, und ich habe auch schon in einer 1909 erschienenen Mitteilung[1]) über einige einschlägige Beobachtungen berichtet. Was ich dort zum Teil noch nicht mit voller Bestimmtheit aussprechen konnte, hat sich inzwischen als richtig herausgestellt, und die Fortsetzung der Versuche scheint eine einheitliche Erklärung der zunächst unvereinbar scheinenden Resultate möglich zu machen. An dieser Stelle soll das Verhalten nur an den einfachsten Fällen kurz erläutert werden. Hinsichtlich der Zahlenbelege, der komplizierteren Fälle

1) Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa, Urtica pilulifera* und *Lunaria annua.* Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre. Bd. 1. 1909. S. 291 u. f.

(die vor allem das *striata*-Merkmal bieten kann) und der eingehenderen Diskussion der Ergebnisse verweise ich auf eine zweite Abhandlung, die bald nachfolgen soll, und in der auch die wenige einschlägige Literatur Berücksichtigung finden wird.[1])

Die beiden Merkmale, das *striata*-Merkmal der gestreiften Blüten und das *variegata*-Merkmal der gescheckten Blätter, unterscheiden sich hinsichtlich der Vererbung nur in einigen wenigen, wie mir jetzt scheint, nicht sehr wesentlichen Punkten; in letzter Linie verhalten sie sich wohl gleich. Ich will hier aber doch beide getrennt vornehmen und beginne mit dem *variegata*-Merkmal, das den Schlüssel zum Verständnis des ganzen Verhaltens geliefert hat.

I. Das *variegata*-Merkmal.

Außer den Sippen mit normalem Chlorophyllgehalt, deren Laub mehr oder weniger dunkelgrün ist, den *typica*-Sippen, und den völlig konstanten Sippen mit stark herabgesetztem Chlorophyllgehalt, deren Laub hell(gelb)grün ist, den *chlorina*-Sippen[2]), gibt es noch Sippen, bei denen die grünen Teile, vor allem die Blätter, auf hell(gelb)grünem (*chlorina*-)Grunde dunkler grüne Flecken zeigen. Das sind die *variegata*-Sippen[3]). Die Zahl, Größe und Intensität der tiefer grünen Flecken kann sehr verschieden sein; oft sind sie nur in Spuren vorhanden, oft sind sie sehr zahlreich und groß. Ja es kann ein kleinerer oder größerer Ast, oder, bei überwinterten, älteren Knollen, ein ganzer Sproß gleichmäßig tiefgrün sein. Die Neigung zu solchen Bildungen ist auch bei Geschwisterpflanzen verschieden; ist sie aber einmal vorhanden, so zeigen sich diese grünen Sprosse beim selben Individuum gewöhnlich Jahr für Jahr. Stärker gefleckte Stöcke zeigen sie häufiger als schwach gefleckte; sie können aber auch bei ganz schwach gefleckten auftreten.

Betrachten wir nun die Nachkommenschaft einer solchen *variegata*-Pflanze (P_1), die außer den gescheckten Ästen einen tiefgrünen (*typica*-)Ast gebildet hat. Vorausgesetzt ist dabei, daß stets Selbstbefruchtung innerhalb derselben Blüte stattgefunden hat, und die Nachkommenschaft der einzelnen Äste getrennt aufgezogen wird[4]).

1. Die *variegata*-Äste geben als F_1 überwiegend *variegata*-

1) Aus neuester Zeit vor allem: C. Fruwirth, Spaltungen bei Folgen von Bastardierung und von spontaner Variabilität. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie, 1909, S. 433 u. f.

2) l. c. S. 293

3) l. c. S. 296.

4) Eine *variegata*-Pflanze ohne grünen Ast verhält sich wie die *variegata*-Äste einer Pflanze mit einem solchen Ast, verlangt also keine besondere Besprechung

Pflanzen, die wieder zum Teil ganz grüne Äste tragen können. Außerdem treten einige Prozente rein grüner Pflanzen auf. Diese Prozentzahl ist für die einzelnen Individuen (P_1) verschieden, hie und da sehr gering (ob auch = 0?); inwieweit sie erblich ist, soll noch geprüft werden.

2. Der grüne Ast gibt als F_1 ganz grüne Pflanzen und *variegata*-Pflanzen, und zwar im Verhältnis 3 : 1 (drei (stark) grüne auf eine *variegata*). Die *variegatae* bilden zum Teil wieder ganz grüne Äste.

3. Die *variegata*-Pflanzen der nächsten Generation (F_1) verhalten sich genau wie die Stammpflanze (P_1), sie geben (als F_2) *variegata*-Pflanzen und einige Prozente ganz grüner Pflanzen. Dabei ist es gleichgültig, ob sie von den *variegata*-Ästen (1) oder von einem grünen Ast (2) abstammen. Und entsprechend verhalten sich offenbar auch alle *variegata*-Pflanzen, die in den folgenden Generationen (F_3, F_4 usw.) auftreten.

4. Die ganz grünen Pflanzen (aus F_1) verhalten sich ebenfalls gleich, ob sie nun von *variegata*-Ästen (1) oder von ganz grünen Ästen (2) abstammen; dagegen bilden sie (unabhängig also von ihrer Herkunft), zwei Klassen:

Die eine Klasse (A) gibt als folgende Generation (F_2) nur tiefgrüne Pflanzen, und deren Nachkommen sind wieder alle tiefgrün.

Die andere Klasse (B) gibt ganz grüne Pflanzen und *variegata*-Pflanzen im Verhältnis 3 : 1 (drei ganz grüne auf eine *variegata*).

Die Zahl der Individuen in der Klasse A verhält sich zur Zahl der Individuen in der Klasse B bei der Nachkommenschaft der ganz grünen Äste (2) wie 1 : 2 (ein A auf zwei B). Wie das Verhältnis bei den einzelnen grünen Pflanzen in der Nachkommenschaft der *variegata*-Äste (1) ist, kann ich noch nicht genau angeben; vielleicht ist B nicht doppelt sondern mehrmals größer als A. Jedenfalls kommen beide Klassen vor.

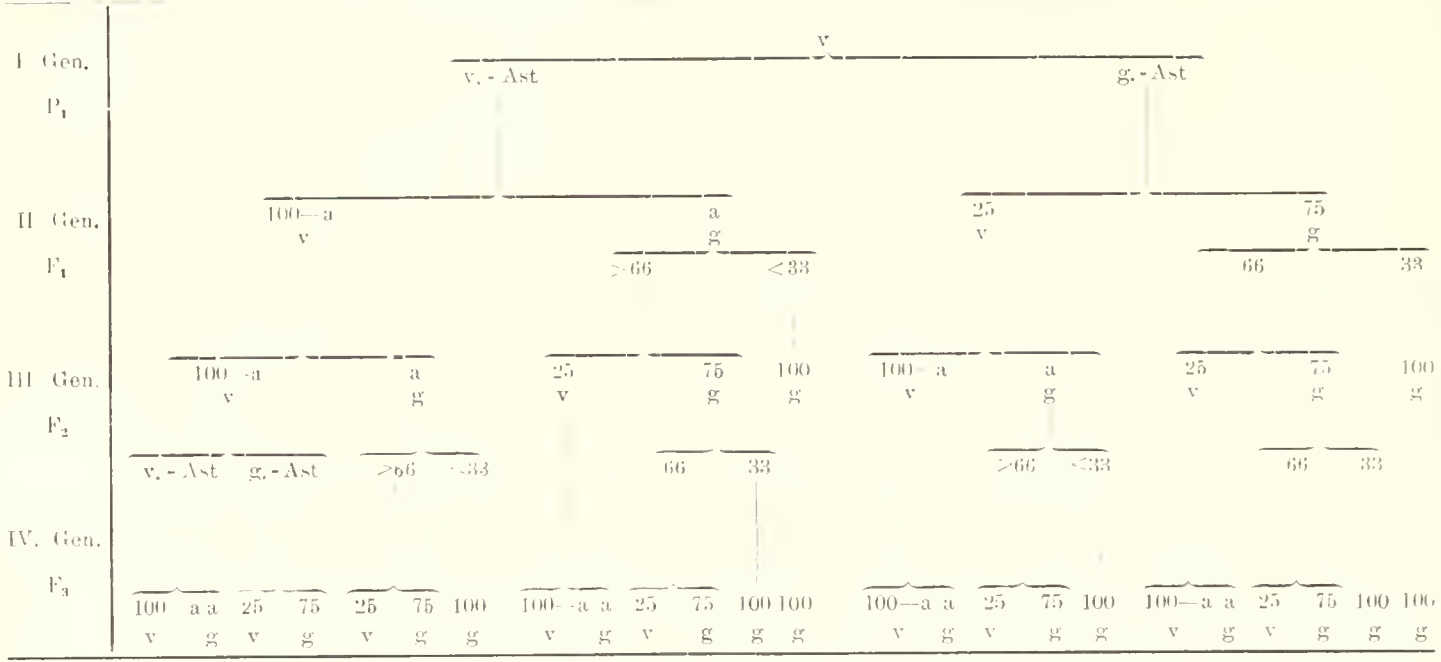
Die ganz grünen Pflanzen, die in der nächsten Generation (F_2) und in den folgenden Generationen (F_3, F_4 usw.) neu (aus *variegata*) auftreten, verhalten sich sicher in der gleichen Weise, ein Teil gibt lauter grüne, ein Teil grüne und *variegata*-Pflanzen im Verhältnis 3 : 1.

Auch die grünen Äste, die sich in der zweiten (F_1) und den folgenden Generationen an den *variegata*-Pflanzen hier und da zeigen, verhalten sich sicher wie die der ersten Generation (P_1).

Der nachstehende schematische Stammbaum mag das in den vorstehenden Sätzen geschilderte Verhalten noch in Zusammenhang bringen und es so deutlicher machen.

Schema I.

Stammbaum der Nachkommenschaft einer *Mirabilis Jalapa variegata* mit einem grünen Ast bei Selbstbefruchtung. v = *variegata*, g = grün; die Zahlen sind Prozentzahlen (das Zeichen pCt. ist weggelassen), a ist eine unbestimmte Zahl (0 bis 10 und mehr). > bedeutet größer, < kleiner als die dahinterstehende Zahl



Die Nachkommenschaft eines grünen Astes ist zweimal, in der I. und der III. Generation, berücksichtigt, sonst sind unter v (= *variegata*) gescheckte Äste als Samenlieferanten angenommen

Es mag noch besonders betont werden:

1. daß die Nachkommenschaft der ganz grünen Äste und der nicht konstanten ganz grünen Pflanzen zu $^1/_4$ aus ***variegata***- und nicht aus *chlorina*-Pflanzen besteht,
2. daß diese *variegata*-Pflanzen wieder grüne Äste hervorbringen können, die sich ganz wie die der vorhergehenden Generation verhalten, und
3. daß ihre gescheckten Äste auch wieder eine Anzahl ganz grüner Pflanzen geben.

Es kommen also für den Stammbaum der Nachkommenschaft einer *variegata*-Pflanze drei Arten von Pflanzen in Betracht: *variegatae*, konstante grüne und spaltende grüne, also grüne Homozygoten und grüne Heterozygoten, deren einer Paarling *typica*, deren anderer Paarling *variegata* ist.

Wir gehen bei der Erklärung von der Nachkommenschaft eines ganz grünen Astes an einer *variegata*-Pflanze aus. Sein Verhalten läßt sich einfach dahin präzisieren:

Der grüne Ast verhält sich genau so, als ob er gar nicht zur *variegata* gehörte, sondern zu dem Bastard *variegata* + *typica*, bei dem, wie ich früher gezeigt habe, *typica* über *variegata* dominiert, der also rein grün ist, und der regelrecht spaltet[1]). Die Hälfte der Keimzellen, die auf dem grünen Ast gebildet werden, enthält nicht mehr die Anlage für *variegata* sondern nur die für grün; 25 pCt. der Nachkommen des Astes sind genau ebenso reine (oder unreine) *variegata*, wie die entsprechenden Nachkommen der *variegata*-Äste es bei strengster Selbstbestäubung sind; 25 pCt. sind rein grüne Homozygoten und 50 pCt. rein grüne Heterozygoten (von etwas hellerem Grün), die weiter spalten. Ein Stück der *variegata* (der grüne Ast) ist aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand übergegangen.

Daß der grüne Ast an einer *variegata*-Pflanze in der Tat dem Bastard zwischen der *variegata*-Sippe und der grünen (*typica*-)Sippe völlig entspricht, läßt sich noch dadurch zeigen, daß man mit dem Pollen der auf ihm gebildeten Blüten die kastrierten Blüten eines Exemplares der *chlorina*-Sippe bestäubt. Man erhält dann gleich viel

1) l. c. S. 303. Ich habe auch in dieser Abhandlung der Einfachheit halber in der alten Weise von Merkmalspaaren und Anlagenpaaren gesprochen; es läßt sich aber auch alles mit der „Presence-and-Absence"-Hypothese in Übereinstimmung bringen.

variegata-Pflanzen (dem Bastard *chlorina* + *variegata* entsprechend) und grüne (*typica*-)Pflanzen (dem Bastard *chlorina* + *typica* entsprechend), je 50 pCt. Es ist das genau das gleiche Ergebnis, das man bei Befruchtung der *chlorina* mit dem Bastard *variegata* + *typica* erwarten muß.

Von dem Verhalten der ganzen grünen Äste aus läßt sich dann auch das eigentümliche Verhalten der *variegata*-Äste (und der *variegata*-Pflanzen ohne grüne Äste) verstehen: das Auftreten einzelner ganz grüner Pflanzen und das zwiefache Verhalten derselben, als Homo- und Heterozygoten. Man braucht bloß anzunehmen, das, was beim ganzen grünen Ast im großen vor sich geht, geschehe bei den *variegata*-Ästen oder -Pflanzen im kleinen: In einzelnen Blüten, oder in einzelnen Teilen des Androeceum oder Gynaeceum, vielleicht in einzelnen Pollenfächern oder gar nur in einzelnen Pollenmutterzellen verwandelt sich das homozygotische *variegata*-Gewebe in heterozygotisches *variegata* + *typica* Gewebe. Bei der Keimzellbildung tritt dann in derselben Weise wie beim Bastard Spaltung ein in *variegata*- und *typica*-Keimzellen, und als Folge davon gibt es an den *variegata*-Ästen also Blüten, in denen die Hälfte der Keimzellen oder weniger oder ganz einzelne Keimzellen nur mehr die grüne *typica*-Anlage tragen. Nach der Selbstbefruchtung solcher Blüten müssen so *variegata*-Pflanzen auftreten und grüne Heterozygoten und Homozygoten. Die einen entstehen, wenn eine „grüne" Keimzelle mit einer „*variegata*"-Keimzelle zusammenkommt, wobei diese *variegata*-Keimzelle gewöhnlichen Ursprungs oder, wie die grüne, aus heterozygotischem Gewebe entstanden sein kann; die anderen entstehen, wenn sich zwei „grüne" Keimzellen vereinigen. Günstigstenfalls sind die Chancen, daß ein bestimmter Nachkomme überhaupt grün ist (jede Blüte gibt nur einen Samen), $^3/_4$, je kleiner der verwandelte Gewebekomplex ist, desto kleiner werden auch, wie man leicht einsehen wird, die Chancen für grün. Und sind günstigstenfalls die Heterozygoten in doppelter Zahl vorhanden als die grünen Homozygoten, so muß, je kleiner der verwandelte Gewebekomplex ist, das Verhältnis immer mehr zuungunsten der grünen Homozygoten verschoben werden, und die Heterozygoten müssen immer mehr überwiegen.

Man wird hier experimentell noch etwas tiefer dringen und die minimale Größe der verwandelten Komplexe wenigstens näherungsweise feststellen können, indem man möglichst viel kastrierte Blüten eines Exemplares der Sippe *chlorina* (mit rein hell[gelb]-grüner Belaubung) möglichst sparsam mit tunlichst allen Pollen-

körnern einzelner *variegata*-Blüten oder -Antheren bestaubt[1]). — Die Tatsache, daß Verschiedene *variegata*-Pflanzen und verschiedene *variegata*-Äste derselben Pflanze verschiedene Prozentzahlen an grünen Nachkommen geben können, spricht dafür, daß sehr verschieden zahlreiche oder sehr verschieden große heterozygotische Gewebekomplexe vorkommen; der ganze grüne Ast ist nur das eine Extrem.

Unserer Annahme nach sind in der Nachkommenschaft eines gescheckтblättrigen *variegata*-Astes, der auch einige grüne Pflanzen hervorgebracht hat, dreierlei der Herkunft nach verschiedene *variegatae* zu erwarten. Einmal solche, die aus unverändertem (homozygotischem) Gewebe hervorgegangen sind, dann solche, die aus heterozygotisch gewordenem Gewebe entstanden sind, und endlich solche, die durch Vereinigung zweier Keimzellen verschiedener Herkunft zustande gekommen sind (von denen die eine aus homozygotisch gebliebenem, die andere aus heterozygotisch gewordenem Gewebe stammt). Diese dreierlei *variegatae* lassen sich, einstweilen wenigstens, weder äußerlich noch an ihrem erblichen Verhalten unterscheiden. Darum läßt es sich, einstweilen wenigstens, auch nicht streng experimentell beweisen, daß die grünen Nachkommen der *variegata*-Äste wirklich in der angegebenen Weise und nicht durch eine willkürliche Abspaltung einzelner „grüner" Keimzellen entstehen, wie ich es früher[2]) angenommen hatte, als ich das Verhalten der ganz grünen Äste noch nicht genügend kannte. Doch scheint es mir nicht unmöglich, daß cytologische Argumente gefunden werden, und jedenfalls spricht es sehr für die Annahme, daß sie zwei auf den ersten Blick so verschiedene Erscheinungen, wie die Vererbung der grünen und der gescheckten Äste einer *variegata*-Pflanze, unter ein Prinzip bringt.

II. Das *striata*-Merkmal.

Vergleichen wir nun mit dem Verhalten der *variegata*-Sippen das der *striata*-Sippen.

Hier ist die Blütenhülle (das Perigon) in zwei oder mehr Farben gestreift. Auf die verschiedenen Typen der Streifung will ich hier noch nicht eingehen, dagegen müssen wir die innere Beschaffenheit der gestreiften Pflanze schon jetzt berücksichtigen. Sie kann eine Homozygote oder eine Heterozygote sein. Im letzteren Falle ist sie wieder entweder ein Bastard zwischen einer

1) Drei Pollenkörner genügen im allgemeinen für eine Blüte, wie ich früher einmal gezeigt habe.

2) l. c. S. 299 u. 323.

striata und einer homogen blühenden Sippe (wobei diese letztere natürlich nicht dominieren darf), oder sie ist ein Bastard zwischen zwei ungestreiften Sippen, wobei die Streifung als „Kreuzungsnovum" aufgetreten ist. (Einen solchen Fall habe ich schon 1902 für den Bastard *Mirabilis Jalapa alba* + *gilva* beschrieben, der rosa und rot gestreift blüht.) Der erste, einfachste Fall, daß die zu untersuchende *striata*-Pflanze homozygotisch ist, soll uns zunächst beschäftigen. Ist sie heterozygotisch, so ist das Verhalten zwar im Prinzip gleich, aber durch die Kombination des *striata*-Merkmals mit anderen Merkmalen kann alles sehr kompliziert werden.

A. Homozygotische *striata*-Pflanzen.

Hiervon habe ich eine blaßgelb (*gilva*) und rosa (*rosea*) gestreifte Sippe, die ich *gilvaroseostriata* nennen will, am längsten und genauesten studiert; auf sie wollen wir uns beschränken. Was ich sonst bei homozygotischen *striata*-Sippen beobachtet habe, liegt im Rahmen dieser Ergebnisse.

Die Menge von hellgelb und rosa in der Streifung schwankt an derselben Pflanze innert weiter Grenzen und ist auch von Individuum zu Individuum verschieden. Es liegen hier wohl sicher erbliche (Linien-)Unterschiede vor, die aber wegen der schon erwähnten Schwankungen am selben Individuum schwer zu untersuchen sind und uns nicht beschäftigen können. Daneben treten einzelne einfarbige Blüten oder ganze kleinere oder größere Äste auf, deren Blüten entweder alle die recessive (negative) Farbe: *gilva* oder die dominierende (positive): *rosea* zeigen. Die *rosea* Äste sind viel leichter zu studieren. Während man nämlich bei den *gilva*-Ästen eigentlich nie sicher ist, ob nicht doch einzelne Blüten noch mit rosa Spuren, wenigstens mit einzelnen rosa Punkten oder Striehelchen, gefunden werden könnten, sind die *rosea*-Äste von den gestreiftblühenden fast immer sehr leicht zu unterscheiden; rosa Blüten, die punkt- oder strichweise die *gilva*-Farbe zeigen, sind jedenfalls äußerst selten. Ich habe deshalb einstweilen in erster Linie neben den gestreiftblühenden Ästen die Äste mit der dominierendenrosa Farbe berücksichtigt.

a) Die dominierende Farbe.

Die Versuche haben nun für solche *gilvaroseostriata*-Pflanzen mit *rosea*-Ästen (P_1) folgendes Verhalten als Norm ergeben (wieder strenge Selbstbestäubung und getrennte Aufzucht der Nachkommenschaft vorausgesetzt):

1. Die *striata*-Äste geben (als F_1) überwiegend *striata*-Pflanzen,

die zum Teil wieder rein rosa blühende Äste hervorbringen, außerdem einige rein rosa blühende Pflanzen, je nach der *striata*-Pflanze (P_1) mehr oder weniger.

2. Die *rosea*-Äste geben (als F_1) eine Nachkommenschaft, die ebenfalls aus *striata*- und *rosea*-Pflanzen besteht. Auch das Zahlenverhältnis ist oft annähernd das gleiche wie bei den *striata*-Ästen. Zuweilen kommen aber doch relativ mehr *rosea*-Pflanzen vor, gelegentlich entschieden mehr als bei der Nachkommenschaft der *striata*-Äste desselben Individuums.

3. Die in der einen (1) oder andern (2) Weise entstandenen *striata*-Pflanzen (F_1) verhalten sich wieder genau wie die Pflanze (P_1), von der sie abstammen, geben also (als F_2) neben *striata*-Nachkommen wieder eine Anzahl rein rosa blühender Nachkommen; und die folgenden Generationen verhalten sich ebenso.

4. Die *rosea*-Pflanzen (F_1) verhalten sich ebenfalls ganz gleich, ob sie von *striata*-Ästen (1) oder *rosea*-Ästen (2) abstammen; sie sind in beiden Fällen von zweierlei Natur:

Ein Teil gibt wieder lauter rosa blühende Pflanzen als Nachkommen (F_2), und die folgenden Generationen verhalten sich dann sicher gleich.

Ein anderer Teil dagegen gibt *gilvaroseostriata*- und *rosea*-Pflanzen (F_2), und zwar durchschnittlich im Verhältnis 1 : 3 (auf eine gestreifte drei einfarbig rosa blühende)[1]). Von den rosa blühenden erweist sich nach der folgenden Generation (F_3) ungefähr ein Drittel konstant, während zwei Drittel wieder auf eine gestreifte Pflanze drei rosa blühende geben, also typisch spalten.

Das Zahlenverhältnis der beiden Klassen rosa blühender Pflanzen kann ich noch nicht genauer angeben, einstweilen sind mehr Heterozygoten als Homozygoten beobachtet worden.

Das nachfolgende Schema (II) mag das Verhalten der Nachkommenschaft einer *gilvaroseostriata*-Pflanze mit *rosea*-Ast übersichtlich darstellen.

Schema II.

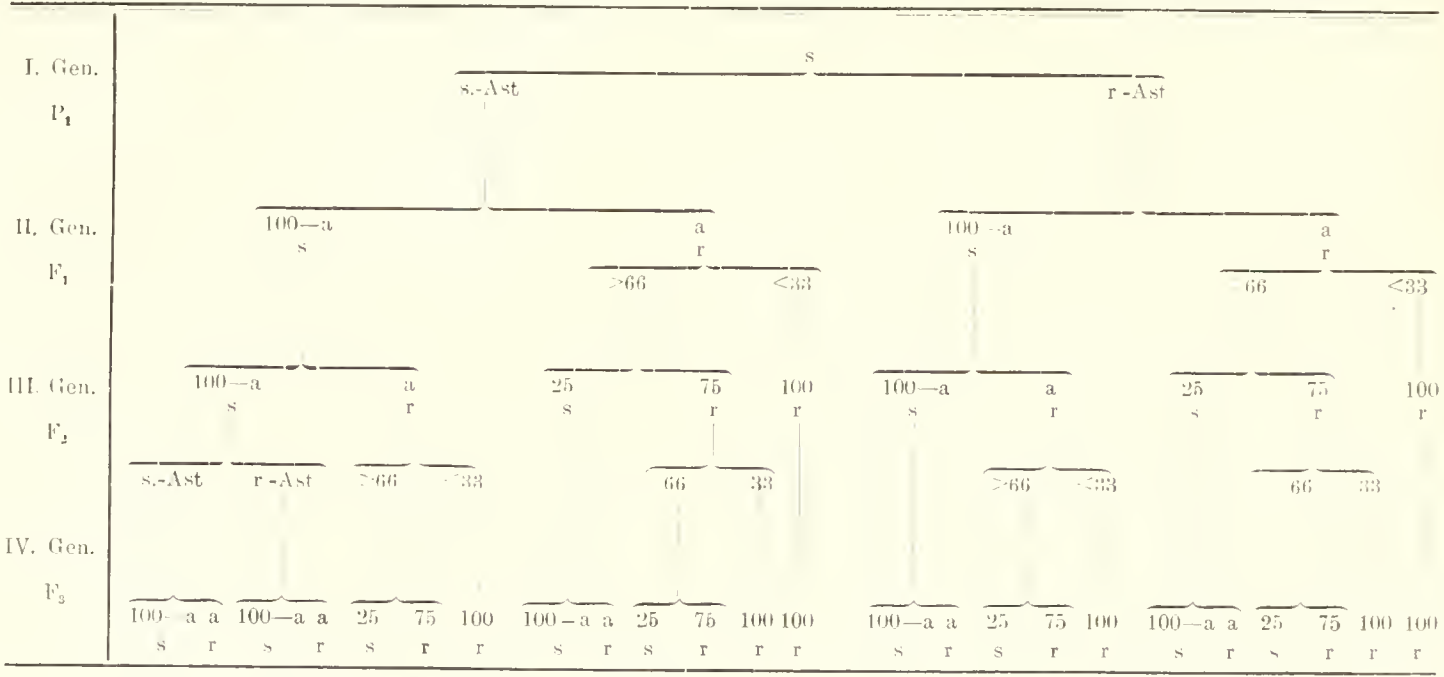
Auch hier mag noch einiges besonders betont werden.

1. Die Nachkommenschaft der rosa blühenden, heterozygotischen Pflanzen besteht zu $^1/_4$ aus ***gilvaroseostriata*** und nicht aus *gilva*. (Einzelne *gilva*-Individuen kommen wohl wie in der Nachkommenschaft der *striata*-Pflanzen vor, und ganz selten gibt eine rosa

1) Es kommen starke Abweichungen vor; die Prozentzahlen schwanken etwa zwischen 10 und 40, doch liegt der Durchschnittswert etwa bei 25, und die einzelnen Versuche umfaßten gewöhnlich nur etwa 30 Individuen.

Schema II.

Stammbaum der Nachkommenschaft einer *Mirabilis Jalapa striata (gilvaroscostriata)* mit einem rosa blühenden Ast, bei Selbstbefruchtung. (Gewöhnliches Verhalten.) s = *striata*, r = *rosea*; die Zahlen sind Prozentzahlen (das Zeichen pCt. ist weggelassen), a ist eine unbestimmte Zahl (0 bis 10 und mehr), > bedeutet größer, < kleiner als die dahinterstehende Zahl.



Die Nachkommenschaft eines rosa Astes ist zweimal, in der I. und der III. Generation, berücksichtigt, sonst sind unter s nur gescheckte Äste als Samenlieferanten angenommen.

blühende Heterozygote auch 25 pCt. *gilva* statt *gilvaroseostriata*. Vgl. S. 429—30.)

2. Diese *gilvaroseostriata*-Pflanzen können wieder *rosea*-Äste bilden und

3. in ihrer Nachkommenschaft wieder rosa blühende Pflanzen hervorbringen.

Es kommen also auch für den Stammbaum der Nachkommenschaft einer *striata*-Pflanze hinsichtlich der dominierenden Farbe drei Arten von Pflanzen in Betracht: *striatae*, einfarbige konstante mit der dominierenden Farbe und einfarbige spaltende mit dieser Farbe, also Homozygoten und Heterozygoten, deren einer Paarling die dominierende Farbe führt, deren anderer Paarling *striata* ist.

Vergleicht man das eben geschilderte typische Verhalten des *striata*-Merkmales mit dem früher beschriebenen des *variegata*-Merkmales, so tritt vor allem ein auffallender Unterschied hervor: die einfarbig blühenden Äste verhalten sich ungefähr wie die gestreift blühenden, sie geben nicht mehr, oder nicht viel mehr Prozente rosa blühender Nachkommen als diese.

Damit stimmt auch das Verhalten der Nachkommenschaft, wenn man den Pollen a) der gestreift blühenden und b) der homogen blühenden Äste einer *striata*-Pflanze für eine Bastardierung benützt, wenn man z. B. mit dem Pollen der gestreiften und der *rosea*-Äste einer *gilvaroseostriata* die kastrierten Blüten einer Pflanze der Sippe *gilva* (mit homogener, blaßgelber Blütenfarbe) bestäubt. Man erhält in beiden Fällen, a und b, unter einer Menge gestreift blühender Bastarde etwa gleich viel homogen blühende mit der dominierenden Farbe, in unserem Beispiel also beide Male unter vielen *gilvaroseostriata*-Pflanzen eine Anzahl *rosea*.

Das oben geschilderte Verhalten der *rosea*-Äste an den *gilvaroseostriata*-Pflanzen ist, wie schon bemerkt, das typische. Es ist für die Erklärung aber wichtig, daß ausnahmsweise (an bestimmten *striata*-Pflanzen) einfarbig rosa blühende Äste gebildet werden, die sich den ganz grünen Ästen der *variegata*-Pflanzen analog verhalten, bei strengster Selbstbestäubung also 25 pCt. *gilvaroseostriata*, 50 pCt. *rosea*-Heterozygoten und 25 pCt. *rosea*-Homozygoten geben, während andere, ebenfalls rosa blühende, äußerlich ununterscheidbare Äste desselben Individuums nur einzelne rosa blühende Pflanzen hervorbringen, gelegentlich (innert der Versuchsgrenzen) nicht eine, wie die gescheckt blühenden Äste.

Das Verhalten der *striata*-Sippen erklärt sich gewiß in gleicher Weise wie das der *variegata*-Sippen, dadurch, daß hie und da, früher oder später, vor der Keimzellbildung, ein größerer oder kleinerer Gewebekomplex aus dem homozygotischen in den heterozygotischen Zustand übergeht, aus *gilvaroseostriata* zum Bastard *gilvaroseostriata* + *rosea* wird. Dann tritt auch hier bei der Keimzellbildung die Spaltung in 50 pCt. *gilvaroseostriata*-Keimzellen und 50 pCt. *rosea*-Keimzellen ein, und es entstehen bei Selbstbefruchtung *gilvaroseostriata*- und *rosea*-Homozygoten und *rosea*-Heterozygoten. Nur sind es bei den *striata*-Sippen offenbar gewöhnlich kleine Gewebekomplexe, die sich so verhalten; größere Komplexe, wie es bei den *variegata*-Sippen die grünen Äste sind, werden nur ganz ausnahmsweise umgewandelt. Zwischen diesem Ausnahmefall (daß der ganze Ast heterozygotisch ist) und dem häufigeren Verhalten (daß die rosa blühenden Äste qualitativ und quantitativ die gleiche Nachkommenschaft geben wie die *gilvaroseostriata*-Äste) vermitteln wohl jene Fälle (S. 426), wo relativ mehr *rosea*-Pflanzen (aber keine 75 pCt.) gebildet werden: Hier sind größere Gewebekomplexe, oder mehr als gewöhnlich, in den heterozygotischen Zustand übergegangen, aber doch keine ganzen Sprosse. Das Aussehen des Astes ist also hier nicht, wie bei den *variegata*-Sippen, ein sicherer Hinweis auf das Verhalten seiner Nachkommenschaft.

b) Die recessive Farbe.

Die Äste und Nachkommen, die in der recessiven Farbe blühen, in unserem speziellen Falle also als *gilva*, sind, wie schon erwähnt, noch lange nicht eingehend genug studiert. Wenn ich aber das, was ich bei *gilvaroseostriata* und bei verschiedenen anderen homozygotischen *striata*-Sippen gesehen habe, zusammenfasse, glaube ich behaupten zu dürfen, daß sich die Vererbung bei solchen Ästen und Nachkommen im Prinzip ganz so verhält, wie bei den Ästen und Nachkommen mit dem dominierenden Merkmal, mit den Änderungen, die sich aus dem recessiven Verhalten des Merkmals notwendig ergeben. So bringen die *gilva*-Äste (wenigstens in den bisher beobachteten Fällen) etwa so viel *gilvaroseostriata*- und *gilva*-Nachkommen hervor, als die *striata*-Äste desselben Stockes; *gilva*-Pflanzen sind, wenn sie auftreten, konstant. Dagegen stellen sich einzelne *gilvaroseostriata*-Pflanzen ein, die als nächste Generation 75 pCt. *gilvaroseostriata* und 25 pCt. *gilva* zu geben scheinen. Das läßt sich alles so erklären, daß Teile der *striata*-Pflanze ebenfalls aus dem homozygotischen in den heterozygotischen Zustand übergehen. In unserem Falle entsteht aber ein dem Bastard *gilva* + *gilvaroseostriata* entsprechendes Gewebe, und bei der Keimzellbildung tritt Spaltung in 50 pCt. *gilvaroseostriata*-Keimzellen und 50 pCt. *gilva*-Keimzellen ein.

Der Übergang in den heterozygotischen Zustand kann wohl auf derselben Pflanze in beiden Richtungen, in *gilva* + *gilvaroseostriata* und in *gilva*-

roseostriata + *rosea*, eintreten, ja sogar in derselben Blüte. So erkläre ich mir das Vorkommen einzelner *rosea*-Heterozygoten, die 25 pCt. *gilva* statt *gilvaroseostriata* geben[1]).

B. Heterozygotische *striata*-Pflanzen.

Das Verhalten der heterozygotischen *striata*-Pflanzen ist, wie schon erwähnt, im Prinzip dem der homozygotischen Pflanzen gleich, nur komplizierter durch die Kombination des *striata*-Merkmals mit anderen mendelnden Eigenschaften. Wir wählen als einfaches Beispiel den Bastard zwischen der Sippe *alba* (und zwar einer ohne den Faktor, der die Modifikation von gelb in rot bedingt) und der Sippe *albaflavostriata* (die sich als Homozygote wie *gilvaroseostriata* verhält). Der Bastard (F_1) ist auf weißem Grund gelb gestreift, genau wie die *albaflavostriata* selbst. Bei Selbstbefruchtung besteht die Nachkommenschaft (F_2) aus etwa 25 pCt. *alba*, etwa 75 — a pCt. *albaflavostriata*, und a pCt. ***flava***.[2])

Werden diese *flava*-Pflanzen (der zweiten Generation des Bastardes) der Selbstbestäubung überlassen, und ihre Nachkommenschaft für jede getrennt aufgezogen (F_3), so zeigt es sich, daß (mindestens) viererlei Klassen unterschieden werden müssen:

Klasse 1: *flava* F_2, die als F_3 nur *flava* gibt.

Klasse 2: *flava* F_2, die als F_3 75 pCt. *flava* und 25 pCt. *alba* gibt.

Klasse 3: *flava* F_2, die als F_3 75 pCt. *flava* und 25 pCt. *albaflavostriata* gibt.

Klasse 4: *flava* F_2, die als F_3 75 pCt. *flava*, 18,75 pCt. *albaflavostriata* und 6,25 pCt. *alba* gibt.

Die Deutung scheint mir nicht schwer zu sein, wenn wir ihr die schon mitgeteilten Erfahrungen zugrunde legen. Bei der Keimzellbildung des Bastardes *alba* + *albaflavostriata* tritt allgemein eine Spaltung in Keimzellen mit der Anlage *alba* und in solche mit der Anlage *albaflavostriata* ein, wie bei einer gewöhnlichen Monohybride. Nach ihr allein würde die zweite Generation (F_2) aus 25 pCt. *alba* und 75 pCt. *albaflavostriata* (Homo- und Heterozygoten) bestehen. Vorher waren aber schon hier und da in der Pflanze (wie bei der reinen Sippe *albaflavostriata*) größere oder

1) Ich habe hier alles die recessive Farbe betreffende der Einfachheit halber auf die Sippe *gilvaroseostriata* bezogen, um beim selben Beispiel bleiben zu können, auch wenn die eine oder andere Beobachtung bei einer anderen homozygotischen *striata*-Sippe gemacht worden ist.

2) Es können natürlich auch schon in der ersten Generation des Bastardes (F_1) homogen (in unserem Falle gelb) blühende Pflanzen auftreten, die dann stets Heterozygoten sind. Wie sie zustande kommen, brauche ich hier wohl nicht mehr zu erklären.

kleinere Gewebekomplexe außerdem auch noch hinsichtlich des *albaflavostriata*-Merkmals heterozygot geworden (während die auch sonst vorhandene heterozygote Beschaffenheit hinsichtlich *alba* und *albaflavostriata* fortbestand). Diese Komplexe verhalten sich nun bei der Keimzellbildung wie die einer Dihybride, deren eines Merkmalspaar:

(*albaflavostriata*-)Streifung (A) — keine Streifung (a),

und deren anderes Merkmalspaar:

Farbe (*flava*, B) — keine Farbe (*alba*, b)

ist, und die viererlei Keimzellen (AB, Ab, aB, ab) hervorbringt. Bei Selbstbefruchtung muß dann eine Anzahl der möglichen Kombinationen *flava*-Pflanzen geben, und zwar von verschiedener Art. Einige sind konstant und geben als F_3 nur *flava* (wenn sie auch zum Teil die Streifungsanlage „hypostatisch" enthalten, zum Teil nicht): Klasse 1. Andere sind nur hinsichtlich der Streifung (in a) konstant; sie geben (als F_3) 25 pCt. *alba* und 75 pCt. *flava*: Klasse 2. Wieder andere sind nur hinsichtlich der Farbe (in b) konstant, sie geben (als F_3) 25 pCt. *albaflavostriata* und 75 pCt. *flava*: Klasse 3. Endlich sind welche weder in Streifung noch Farbe konstant, sie geben (als F_3) 6,25 pCt. *alba*, 18,75 pCt. *albaflavostriata* und 75 pCt. *flava*: Klasse 4.

Andere heterozygotische *Striatae* bieten viel kompliziertere Verhältnisse, z. B. der Bastard *alba* + *gilva*, auf den ich hier nicht eingehen will.

Allgemeines.

Das Charakteristische an der Vererbung des *variegata*- und *striata*-Merkmals bei *Mirabilis Jalapa* liegt also darin, daß Teile der Pflanze aus einem konstanten, homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand übergehen, mit allen daraus folgenden Konsequenzen. So tritt bei der Keimzellbildung Spaltung ein, und bei der Selbstbefruchtung innerhalb dieser Teile stellen sich alle Kombinationen im selben Verhältnis und in der gleichen Reinheit ein wie bei dem entsprechenden, sexuell erzeugten, mendelnden Bastard. Streng bewiesen ist das für die grünen Äste der *variegata*-Pflanzen und einzelne homogen blühende Äste von *striata*-Pflanzen; es spricht aber alles dafür, daß dies nur die extremen Fälle eines durchgehend gleichen Verhaltens sind[1]).

1) Eine Rückkehr aus dem heterozygotischen in den alten homozygotischen Zustand habe ich nicht beobachten können. Dagegen besteht nach einigen Erfahrungen wenigstens die Möglichkeit, daß ein Übergang in einen neuen homozygotischen Zustand, der noch zu erwähnenden „vegetativen Spaltung" entsprechend, vorkommt.

Der erste Schritt zu einer Erklärung wäre nun relativ einfach, wenn wir die *variegata*- und *striata*-Sippen als im allgemeinen konstante Bastarde zwischen zwei homogonen Sippen (einer mit der rezessiven und einer mit der dominierenden Farbe) auffassen dürften, mit wechselnder, zur Mosaikbildung führender Dominanz. Wenn, um gleich ein bestimmtes Beispiel zu nehmen, *variegata*- eine besondere Art Bastard zwischen den Sippen *typica* und *chlorina* wäre[1]). Dann könnte man sich vorstellen, daß hier und da der heterozygotische Zustand eintreten würde. Die Annahme ist aber schon deshalb unhaltbar, weil sie zur Konsequenz hätte, daß aus diesem heterozygotischen Zustand eine Nachkommenschaft hervorginge, die zu 25 pCt. aus *chlorina*- statt aus *variegata*-Exemplaren bestünde. Im heterozygotischen Zustand entspricht die *variegata* eben nicht *chlorina* + *typica* sondern ***variegata*** + *typica*.

Von außen, wie bei einer Bastardierung, kann die Anlage für grün nicht auf einmal in die Pflanze hineingekommen sein; die Tatsachen fordern vielmehr (wenn wir überhaupt mit der Vorstellung von bestimmten Genen (Anlagen) für die einzelnen Merkmale rechnen wollen) die Annahme, daß neben dem Gen oder vielleicht den Genen, die die Scheckung bedingen, Gene für die homogenen Farben stecken, in unserm obigen Falle das Gen für homogenes Grün. Das Grün kann nicht bloß „hypostatisch" oder sonst wie in einer der von SHULL[2]) unterschiedenen Arten latent sein, es muß für gewöhnlich im alten, echten Sinne des Wortes „latent", wirklich nicht entfaltungsfähig, sein. Sonst müßte es sich verraten: typisch grün dominiert ja über *variegata*.

Dieses für gewöhnlich nicht entfaltungsfähige Gen für typisches Grün kann nun unter bestimmten, noch unbekannten, vielleicht beherrschbaren Bedingungen aktiv werden und tritt dann neben das oder die *variegata*-Gene in der Form, in der es im Bastard *variegata* + *typica* vorhanden ist. Es kann das bei einem sehr großen oder sehr kleinen Gewebekomplex, also früher oder später während der Entwicklung geschehen. Das verrät sich bei unserm Beispiel auch äußerlich dadurch, daß der betreffende, das grüne Gen im aktiven Zustand enthaltende Teil der Pflanze die homogene grüne Farbe des Bastardes *variegata* + *typica* annimmt.

Das Verhalten der *striata*-Sippen zeigt aber, daß man dies

1) Der richtige Bastard ist gleichmäßig grün, etwas weniger heller als *typica* (l. c. S. 300).

2) SHULL, G. H., A new Mendelian Ratio and several Types of Latency. Americ. Naturalist Vol. XLII (July 1908) p. 433.

nicht verallgemeinern und sagen kann: wo sich die dominierende Farbe zeigt, ist auch immer das entsprechende latente Gen aktiv geworden. Es beweist vielmehr, daß die dominierende Farbe auch auf anderem Wege herauskommen kann. Sonst würde nicht die Mehrzahl der ganzen homogen in einer Farbe blühenden Äste ungefähr dieselbe Nachkommenschaft geben wie die gestreift-blühenden Äste.

Das Auffallendste am ganzen Verhalten ist aber: Die *variegata*-Pflanzen, die aus einem heterozygotisch (grün) gewordenen Ast einer *variegata* hervorgehen, enthalten das Gen für typisches Grün doch noch, trotz der vorangehenden Spaltung in *variegata*- und *typica*-Keimzellen. Denn sie können wieder rein grüne Äste mit ihrer charakteristischen Nachkommenschaft bilden und selbst in der folgenden Generation grüne Hetero- und Homozygoten geben. Auf der einen Seite sehen wir also das Gen für typisches Grün abgespalten werden, auf der andern Seite ist es doch immer noch vorhanden und geht aufs neue in den abspaltbaren Zustand über. Da man sich nun nicht wohl vorstellen kann, es trete immer wieder ganz neu auf, kommt einstweilen vielleicht folgende Annahme der Wahrheit am nächsten: Das Gen für Dunkelgrün wird nur teilweise (aber rein!) abgespalten; ein Rest bleibt bei dem *variegata*-Gen übrig, der wieder anwächst, gewissermaßen regeniert wird, und von dem dann (in der nächsten Generation) wieder ein Teil abgespalten werden kann usw.

Wie sich auch die Erklärung im einzelnen noch gestalten wird, und wenn auch für manche Beobachtungen noch ein reicheres Belegmaterial herbeigeschaft und mancher noch im einzelnen genauer aufgeklärt werden muß, an der Tatsache ist nicht zu zweifeln, daß Stücke der *variegata*- und *striata*-Pflanzen aus dem gewöhnlichen, homozygotischen Zustand in einen heterozygotischen Zustand übergehen können und sich dann so verhalten, als hätte eine Bastardierung stattgefunden, als wäre von außen Keimplasma mit einem neuen Gen dazugekommen. Darauf lege ich das Hauptgewicht. Die Bedeutung für unsere Vorstellungen vom Wesen der Anlagen und ihrem Zustand in homozygotischen und heterozygotischen Pflanzen liegt auf der Hand.

Mirabilis Jalapa liefert auch gewiß nicht die einzigen Beispiele für diesen Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand. Nach den Angaben, die DE VRIES[1])

1) DE VRIES, Mutationstheorie, Bd. I, S. 494 u. f.

für sein *Antirrhinum majus luteum rubrostriatum* macht, ist es mir z. B. wenigstens wahrscheinlich geworden, daß es sich, noch eingehender untersucht, im Prinzip ähnlich erweisen wird, und vielleicht schließen sich alle *striata*-Sippen, in deren Nachkommenschaft eine Anzahl ungestreifter Individuen auftreten (ein Teil der ever sporting Varieties), hier an.

Das genaue Gegenstück finden wir bei den (schon jetzt besser bekannten) Fällen, wo ein Bastard Gewebekomplexe, meist Äste, bildet, die äußerlich dem einen Elter gleichen und auch eine Nachkommenschaft geben, die diesem Elter ganz entspricht, wo also umgekehrt ein Übergang aus dem heterozygotischen in einen homozygotischen Zustand stattfindet. Aus leicht verständlichem Grund hat man bis jetzt fast immer die Rückkehr zu dem Elter mit dem rezessiven Merkmal beobachtet. Ich verweise z. B. auf DE VRIES' Bastard zwischen *Veronica longifolia typica* und *alba*, mit weißblühenden Ästen[1]), und MAC DOUGAL, VAIL und SHULLS[2]) Bastard zwischen *Oenothera Lamarckiana* und *O. cruciata* mit seinem *Lamarckiana*-Ast. In solchen Fällen kann man von „Rückschlägen" sprechen, während ich für das *variegata*- und *striata*-Merkmal das Wort Rückschlag absichtlich nicht gebraucht habe. Man hat dann auch von „vegetativer Mendelspaltung"[3]) gesprochen, und dem parallel könnte man bei dem Verhalten der *variegata*- und *striata*-Sippen von einer „vegetativen Bastardierung" sprechen, einer „Autohybridisation".

Niemand wird wohl in diesem letzteren Falle aus demselben definitiven Resultat, dem heterozygotischen Zustand des Gewebes, schließen wollen, daß er auf demselben Wege zustande gekommen ist wie bei einem geschlechtlich erzeugten Bastard. Ebensowenig sollte man aber auch aus demselben definitiven Resultat des „vegetativen Spaltens", dem homozygotischen Zustand, zwingende Schlüsse auf den Modus des Spaltens bei der Keimzellbildung ziehen wollen.

Münster i. W., Oktober.

1) l. c. Bd. II, S. 155, 161, 172, 675 (der Hinweis auf die letzte, wichtigste Stelle fehlt im Register).

2) MAC DOUGAL, D. T., VAIL, A. M., and SHULL, G. H., Mutations, Variations and Relationships of the Oenotheras. Carnegie Instit. of Washington, Publ. Nr. 81, p. 59 (1907).

3) Z. B. CRAMER, P. J. S., Kritische Übersicht der bekannten Fälle von Knospenvariation (Natuurkund. Verhandel. v. d. Holland. Maatsch. d. Wetensch. Derde Verzameling, Deel VI, Derde Stuk, 1907) an mehreren Stellen.

60. O. Appel und H. W. Wollenweber: Die Kultur als Grundlage zur besseren Unterscheidung systematisch schwieriger Hyphomyceten.

(Mit Tafel XIII und 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 28. Oktober 1910.)

Die Notwendigkeit, eine Reihe von Pilzen der Gattung *Fusarium* auf ihre Pathogenität für verschiedene Kulturpflanzen zu prüfen, brachte es mit sich, der Systematik dieser Gattung näher zu treten[1]). Dabei ergab sich, daß es bei dem bisherigen Stande der Kenntnis dieser Gattung kaum möglich ist, die Arten nach ihrer Beschreibung wiederzufinden, eine Tatsache, die auch für andere Gattungen zutrifft. Die Ursache hierzu liegt nicht allein, wie man annahm, in der großen Variabilität dieser Pilze, sondern auch in der Art ihrer bisherigen Bearbeitung. Bei den Hyphomyceten mit Sichelsporen z. B. hat man die Art der Verlagerung der Konidien als Gattungsmerkmal benutzt, für die Artunterscheidung Größe und Septierung der Konidien sowie die Farbstoffbildung herangezogen. Da man aber niemals die Entstehung dieser Merkmale unter dem Einflusse verschiedener Substrate untersucht hat, so haben die verschiedenen Autoren diese Merkmale sehr verschieden bewertet. Einmal veranlaßten die scheinbar gleichartigen Merkmale von Fusarien auf verschiedenen Substraten die Zusammenfassung dieser zu Sammelarten (*Fusarium roseum*), andererseits entwickelte sich nach und nach die Ansicht, daß verschiedene Sichelformen auf gleichen Substraten in den Entwicklungsgang einer Art gehörten (*Fusarium solani*). Abgesehen von einigen, die sich als Sammelarten erhalten haben, ist für die Aufstellung der meisten Arten das Vorkommen in den Vordergrund gestellt worden.

Um über die Gründe der Variabilität Klarheit zu schaffen, war es nötig, von je einer Spore ausgehend, die Organismen in Reinkultur fortdauernd zu beobachten, was natürlich nur auf

1) Appel u. Wollenweber, Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium* (Link). Arb. aus d. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtschaft. Bd. VIII, Heft 1. 207 Seiten mit 10 Textabb., 2 schwarzen und 1 farb. Doppeltafel. Parey, Berlin 1910.

sterilen Nährböden möglich war. Dabei ergab sich unvermutet eine Reihe von Merkmalen, die für die Kenntnis der Gattung und die Unterscheidung der einzelnen Arten von größter Wichtigkeit geworden sind.

Soweit bisher die Kultur überhaupt für Hyphomyceten herangezogen worden ist, benutzte man in Anlehnung an die Bakteriologie Nährflüssigkeiten, die entweder als solche oder mit Zusatz von Agar und Gelatine als feste Substrate dargereicht wurden. Mit diesen ließen sich im vorliegenden Falle, wie sich bald zeigte, nur selten normale Entwicklungsformen erzielen. Dagegen gelang dies besser mit gekochten Vegetabilien verschiedener Art (Stengel von Kartoffel, Lupine, Pferdebohne, Getreidehalme, Kartoffelknollen u. a.). Für die Entwicklung der normalen Sporenform erwiesen sich die Stengel, für das Hervortreten der Farbstoffe, besonders derjenigen der plectenchymatischen Mycelien, die Knollen am meisten geeignet.

Da sich die zu untersuchenden Fusarien in der Natur bald als bloßes Mycel, bald mit Konidien oder Chlamydosporen vorfanden, so mußten die verschiedenen Entwicklungsstufen als Ausgangspunkt für Kulturen benutzt werden. Dabei ergab sich, daß es durchaus nicht gleichgültig ist, in welchem Zustande der Pilz sich bei Beginn der Kultur befindet. Mycel mit oder ohne Chlamydosporen bildete zunächst reichlich Mycel, an dem oft erst nach einer Reihe von Wochen Konidien entstanden. Konidien dagegen, ob aus der Natur direkt oder durch Kultur gewonnen, brachten auf frischem Substrate schneller, oft schon nach 2 bis 3 Tagen, wieder Konidien hervor. Letztere sind noch nicht gleich normal, sondern schwanken anfangs außerordentlich in Form, Größe und Septierung (Tafel XIII, 4 u. 7), besonders wenn das Substrat sehr feucht ist. Es kommt dabei nicht selten zu tonnenförmigen Anschwellungen der einzelnen Zellen. Dadurch ist die im Schrifttum häufig zu findende Auffassung entstanden, daß für einzelne Arten eine Einschnürung an den Septen charakteristisch sei, Verhältnisse, die auch bei anderen Gattungen noch nicht genügend geklärt sind[1]). Wird die Kultur älter, so entstehen viel gleichmäßigere Sporenformen (Tafel XIII, 1, 2, 3, 5), die viel ausgeprägtere Merkmale aufweisen, und eine gute Unterscheidung zahlreicher Arten ermöglichen (Tafel XIII, 1—6).

1) Die einzige Art, bei der die Einschnürung normal sein könnte, ist *Fusarium constrictum* Penz., dessen Zugehörigkeit zur Gattung *Fusarium* aber, nach Beschreibung und Abbildung zu urteilen, noch fraglich ist.

wenn die Morphologie sorgfältiger als bisher berücksichtigt wird. Bis jetzt hat man sich damit begnügt, Fusariënkonidien als gekrümmt zu bezeichnen, ohne auf die Art und den Grad der Krümmung einzugehen. Höchstens hat man noch von stark- und schwachgekrümmt gesprochen. Vergleichende Untersuchungen haben aber gezeigt, daß die Krümmung bei den verschiedenen Arten recht verschieden ist.

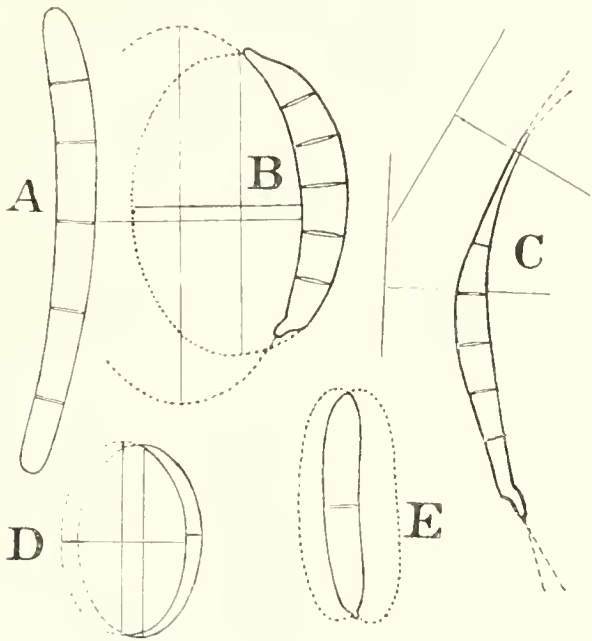


Abb. 1. Konidien. Vergr. 1000.

A. *Fusarium Willkommii* Lind.
B—E. Umriß der Seitenansicht als Einschlußfläche von Kurven dargestellt.
B. *F. rubiginosum* App. et Wollenw.
C. *F. gibbosum* App. et Wollenw.
D. *F. aquaeductuum* aut.
E. *F. didymum* Hart.

Um sich dies klar zu machen, geht man am besten von der dorsiventralen Form der Konidie aus und vergleicht den Verlauf der äußeren (Rücken-) und inneren (Bauch-)Linie des optischen Symmetrieschnittes. Betrachtet man die dabei entstehenden Kurven als

Teile von Kegelschnitten, so findet man, daß diese sowohl Ellipsen als Parabeln und Hyperbeln sein können. Die Achsen der Rücken- und Bauchellipse einer Konidie sind selten gleich (*F. aquaeductuum*, Textabb. 1 D); meist sind sie sowohl in ihrer Größe (*F. rubiginosum*, Textabb. 1 B) als in ihrer Lage zueinander verschieden. Ähnlich verhält es sich bei den Arten, bei denen die Kurven der Konidienlängsschnitte Teile von Parabeln und Hyperbeln (*F. gibbosum*, Textabb. 1 C) sind. Endlich gibt es Arten, für deren Konidien keine Kegelschnitte, sondern Kurven höherer Ordnung in Betracht kommen (*F. didymum*, Textabb. 1 E).

Auch die Endzellen, und zwar sowohl die Basal- als auch die Scheitelzellen weisen Verschiedenheiten auf. Die Basalzellen sind selten abgerundet (*F. Willkommii*, Textabb. 1 A), gewöhnlich mit einer Ausstülpung versehen, die bei einigen Arten papillenartig (Textabb. 1 E), bei anderen mehr oder weniger fußartig entwickelt ist (Textabb. 1 B und C). Die Scheitelzellen sind besonders verschieden durch den Grad der Krümmung ihrer idealen Längsachse und die Art der Änderung ihres Querschnitts.

Ein weiteres Moment für die Unterscheidung liegt in den Ausmaßen der Konidien, wobei weniger die bisher in den Vordergrund gerückte Länge als die Breite und beider Verhältnis zueinander zu berücksichtigen sind. Das letztere hat indes nur für die wenig gekrümmten Konidien eine größere Bedeutung, nicht aber für die mit starker Krümmung, da nicht die wirkliche Länge, sondern immer die Verbindungslinie zwischen Basis und Spitze gemessen wird.

Die Variationsweite in der Größe der normalen Konidien wurde aus den Durchschnittswerten einer Reihe von Messungen von Konidienscharen (je 10 Stück) gewonnen, wobei Konidien mit Keimungsquellungen, anormalen Eintrocknungs- oder Degenerationserscheinungen stets unberücksichtigt blieben. Neben der Größe verdient die Septierung beachtet zu werden. Es gibt beispielsweise Arten mit nur oder fast nur 5-(*F. subulatum*) und solche mit 3-septierten (*F. solani*) Konidien, aber auch solche, deren Konidien selbst auf den günstigsten Substraten ebenso konstant sowohl 3, 4 als auch 5 Septen hervorbringen können (*F. discolor*).

In welcher Weise Größen- und Septenverhältnisse notiert und für die Diagnosen verwertet wurden, geht aus folgendem Beispiel für *Fusarium solani* (Mart.) hervor:

Von einer 60 Tage alten, von Mycel hergeleiteten Kultur auf gekochten Kartoffelstengeln wurden folgende Größen gemessen:

0septiert		1septiert		3septiert		4septiert		5septiert	
μ		μ		μ		μ		μ	
10,5	3,5	22,5	5,2	33,0	5,7	39,0	6,0	48,0	6,0
9,0	3,0	22,5	5,3	33,0	5,5	37,5	5,7	46,5	6,0
13,0	3,7	16,5	4,5	37,5	5,7	42,7	6,0	42,0	6,0
10,5	3,5	21,0	5,2	31,5	5,7	37,0	5,7	49,5	6,0
9,0	3,5	21,7	4,0	33,7	5,7	44,2	5,5	45,0	6,0
9,0	3,5	17,5	4,5	37,5	6,0	39,5	6,0	50,2	6,0
9,0	3,5	18,0	4,5	30,7	5,5	45,0	5,7	55,5	6,0
10,5	4,0	21,7	4,5	36,0	5,7	46,5	6,0	46,5	6,0
8,5	3,0	15,0	4,0	36,7	5,5	38,0	6,0	48,0	6,0
7,5	3,0	19,5	4,5	34,5	6,0	39,0	5,7	51,0	6,0
$10\times3^1/_2$		$20\times4^1/_2$		$34\times5^3/_4$		$41\times5^3/_4$		48×6	

2-septierte waren so selten, daß auf ihre Messung verzichtet worden ist. Messung und Zählung ergaben:

0septiert $10\times3^1/_2$ μ, 4 pCt.;
1 „ $20\times4^1/_2$ μ, 5 „ ;
2 „ — — 3 „ ;
3 „ $34\times5^3/_4$ μ, 67 „ ;
4 „ $41\times5^3/_4$ μ, 16 „ ;
5 „ 48×6 μ, 5 „ .

Aus diesen und weiteren Beobachtungen wurden folgende Grenzen der Prozentzahlen der Konseptaten ermittelt:

1septiert 8—0 pCt ;
2 „ 14—0 „ ;
3 „ 67—90 „ , gelegentlich bis 100 pCt.;
4 „ 16—0 „ ;
5 „ 6—0 „ .

Das heißt unter gleichzeitiger Berücksichtigung einiger Serien von Durchschnittsgrößen:

Normale reife Konidie 3septiert, 30—40 × 5—6 μ,
seltener 2 „ , 27 $\times5^1/_4$ „
und 4 „ , 35—41 × 5—6 „,
ausnahmsweise 1 „ , 20—23 $\times4^1/_2$ „
und 5 „ , 48 $\times6$ „.

Die Feststellung des herrschenden Septentyps ist deshalb so notwendig, weil mit der Septierung die Durchschnittsgröße, vor allem die Länge, steigt. Hätte *Fusarium solani* nämlich normal 3—4-septierte Konidien, so würde notwendig die obere Grenze der Durchschnittslänge höher als 40 μ liegen, da Quattuorseptaten länger sind als Triseptaten. Das wurde früher nicht genügend beachtet, sondern man benutzte anormal kurze und lange Konidien kritiklos zur Aufstellung des Längenbereichs. Dieser Standpunkt war nur

erklärlich, solange die Arten nicht kultiviert wurden, ebenso die irrtümliche Ansicht von der fast unbegrenzten Variabilität.

In früheren Diagnosen liest man häufig: „Konidien haben mehrere Vacuolen", oder „ringartig vortretende Septen, falsche Scheidewände" u. dgl. Da sich die Lichtbrechung der Septen je nach Kultur ändert und bis zur Unsichtbarkeit schwach werden kann, und die Septen durch Kontraktion der zwischen ihnen liegenden Zellen bei Austrocknung ringartig hervortreten, so sieht man, daß ohne Kultur die wirklich variablen Faktoren, wenn überhaupt, so doch nie mit Sicherheit erkannt worden sind. Wir haben also zwei, oft gar nicht mehr wieder gut zu machende Fehler der früheren Beschreibungen festgestellt: Variables wurde für konstant, Konstantes für variabel gehalten. Damit soll nicht gesagt werden, daß bei guter Beurteilung der Naturfunde die Kultur nicht auch einmal entbehrlich sein kann, auch nicht, daß die Kultivierung ohne gute Beurteilung die Gefahr ausschließt, abnorme oder krüppelhafte Stadien für normal zu halten. So wurde die falsche Ansicht, die einzelligen Krüppelformen, die manche Fusarien leicht in sehr stoffreicher oder sehr stoffarmer Kultur bilden, als normalen besonderen Sporentyp, Mikrokonidien, zu betrachten, in erster Linie durch die Kultur hervorgerufen: Ungünstige Substrate förderten zunächst das Mycelwachstum, nach Monaten kamen endlich viele kleine Konidien; da andere nicht mehr oder nur ausnahmsweise auftraten, so lag es nahe, den Mikrokonidien die Bedeutung eines normalen Sporentyps beizulegen. Um den damit begangenen Fehler aufzudecken, mußten die Züchtungsmethoden selbst erst ausgearbeitet und die einzelnen Substrate auf ihren Wert für normale Kultur geprüft werden. Dabei konnte nur der normale Entwicklungsgang als Kriterium gelten. Je sicherer auf einem Substrat alle Entwicklungsformen zur Ausbildung kommen, desto höher ist sein Wert. Die größte Schwierigkeit lag darin, daß der Begriff „normal", das Kriterium für den Wert des Substrats, erst gefunden werden mußte. Das ging nur wieder durch immer von neuem vorgenommene Vergleiche zwischen Natur- und Kulturfunden, die, wie man beweisen kann, nicht oder sehr selten exakt gemacht werden können, solange keine festen Grundlagen der Beurteilung vorhanden sind. Ist Mycel Ausgangspunkt der Kultur, so ist die Zusammengehörigkeit etwa auftretender Konidien, Chlamydosporen, Perithecien fraglich und außerdem ein Vergleich mit der Natur (die ja nur ein Glied der Kette, die Mycelform, geboten hatte) unmöglich. Sind Konidien Ausgangspunkte, so liegt die Sache schon günstiger, wenn diese Naturkonidien

gleichmäßige Form hatten. Haben sie diese nicht, so kann man ebensogut annehmen, daß Fremdpilze dazwischen seien, als, daß eine Art mit variabler Konidienform vorliege. Die Fehlerquelle ist um so größer, je unbestimmter und mannigfaltiger die Naturkonidien erscheinen. Einen Begriff davon wird man sich machen können, wenn man sich vorstellt, daß z. B. auf einer einzigen faulenden Kartoffel gelegentlich bis zu 20 Pilze gefunden werden, und zwar, wie jetzt aus der fortschreitenden Bestimmung der durchgezüchteten Formen hervorgeht, eine oder eine Anzahl Arten aus den Gattungen *Fusarium*, *Verticillium*, *Spicaria*, *Volutella*, *Periola*, *Melanospora*, *Chaetomium*, *Ascochyta*, daneben die gewöhnlichen Schimmelpilze und andere, die aber in keinem Entwicklungsstadium zu verwechseln sind. Oft liegen ja einheitliche Konidienpolster vor, oft aber finden sich dazwischen fremde Pilze, was aber wegen der Ähnlichkeit der Hungerformen z. B. von *Fusarium*-Konidien mit normalen von *Spicaria* nur durch Kultur erwiesen werden kann. Man wird einwenden, der Bau der Konidienträger, der Gesamteindruck des Schimmels u. a. m. lieferten Stützpunkte für die Entscheidung, ob ein oder mehrere Pilze vorliegen. Dagegen läßt sich sagen, daß zwar die Konidienträger des einen Pilzes in der Kultur eine höhere Entwicklung verraten als die eines anderen, da aber die Bildung des Geästes eine successive zu sein pflegt, macht ein Pilz mit hochentwickelten Trägern die ganze Kette niederer Tragstände durch, Zustände, in denen er anderen Arten gleichen kann. Denn während der ganzen Dauer der Bildung des Trägers können terminal normale Konidien eine nach der anderen abgeschnürt werden, während sich die Glieder strecken und verzweigen. Der Gesamteindruck wird aber durch das Substrat sehr beeinflußt; beispielsweise finden sich auf einer Knolle infolge von Bakterienfäule alle Übergänge von gesunden zu kranken Geweben, von trockenen zu feuchten Partien, auf denen Fusarien und andere Pilze überall wachsen können, aber stets mit Veränderungen reagieren, die sowohl das Mycel als die Fruktifikation, in letzterem Falle wieder sowohl die Menge der Sporen als ihre Qualität beeinflussen können. Hierdurch entstehen so mannigfaltige Bilder, daß es sich herausgestellt hat, daß alle Glieder der normalen Entwicklungskette, ferner Reifezustände und Anomalien eines Pilzes erst nach Durchzüchtung in der Kultur auch auf dem natürlichen Substrate sicher verstanden werden können. Dann kann es vorkommen, daß der Gesamteindruck der Konidienlager, die gestaltlos oder in besonderer Form entstehen, für eine Art charakteristisch sind, für eine andere nicht. Die Kultur hat aber gezeigt,

daß die Pilze, die septierte Sichelkonidien in formlosen Schleimlagern entwickeln, in die Gattung *Pionnotes* zusammengefaßt und so von *Fusarium* getrennt worden waren, echte Fusarien sind, da die *Pionnotes*-Arten in der Kultur alle Übergänge zu den für Fusarien eigentümlichen begrenzten Konidienlagern (Sporodochien) aufweisen. Es kommt dabei nur auf die Wahl des Substrats an. Auch das Zurücktreten des Mycels gegenüber der Konidienentwicklung, das bei der Aufstellung der Gattung *Fusoma* die entscheidende Rolle gespielt hat, hängt vom Substrat ab, weshalb auch *Fusoma* fallen muß. Während der Name *Fusoma* entbehrlich wurde, ist *Pionnotes* als Bezeichnung des Zustandes einer schleimartigen unbegrenzten Konidienmasse beibehalten. Es kommen übrigens ausnahmsweise Arten vor (*F. orthoceras*, *F. ventricosum* ad int.), deren Konidien statt lagerartig (Sporodochien [Tafel XIII, 8, 9], Pionnotes, Coremien) immer nur nicht lagerartig, im Mycel zerstreut (Tafel XIII, 10), in falschen Köpfchen oder höchstens in kleinen Ballen, auftreten. Aber da dies Ausnahmen sind, und es auch nicht ausgeschlossen ist, bei Variation der Nährmedien auch solche zur Bildung von Konidienlagern zu zwingen, so ist einstweilen davon abgesehen, ihnen innerhalb der Gattung einen besonderen Platz zu geben. Immerhin erhöhen solche Verhältnisse die Unterscheidbarkeit der Arten und können wichtig werden, wenn andere Mittel versagen.

Die Konidien sitzen nun an Trägern, deren Bau sehr verschieden sein und daher manchmal zur Unterscheidung der Arten herangezogen werden kann.

Dabei sei vorausbemerkt, daß auch nicht in einem einzigen Falle die Träger in ihrer Vollendung auf dem natürlichen Fundorte des Pilzes zu finden waren, sondern alle erst in Kultur gewonnen wurden. Manche Fusarien haben allerdings nur unregelmäßig angeordnete unverzweigte Träger, deren Sterigmen nur ausnahmsweise gedreit stehen (*F. orthoceras*), andere ein unregelmäßig, selten paarig verzweigtes ausgebreitetes Geäst und eine ebensolche Sterigmenanordnung (*F. Wollkommii*), häufiger ist die paarige oder gedreitete Anordnung bei *F. theobromae* (Textabb. 2 D). Hier fallen mehrere Etagen auf, was auch für *F. discolor* (Textabb. 2 C) gilt, das allerdings selten Träger mit über 2 Etagen hat, aber Sterigmen in höherer Zahl entwickelt als vorige Art. Während hier die Mittelachse mehr oder weniger ausgedehnt erscheint, ist sie bei manchen Arten meist gestaucht, z. B. bei *F. rubiginosum*, wo sie nach der Anlage des die Weiterentwicklung übernehmenden Grundwirtels (Textabb. 2 B) allmählich verkümmert. Da die Äste desselben und ihre Verzweigungen zentrifugal weiterwachsen, kommt

eine Gesamterscheinung heraus (Textabb. 2 A), die im achsilen Längsschnitte die Form eines Kreisausschnittes hat.

Es sind also eine Reihe von Gegensätzen bei Trägern verschiedener Arten auffallend. Bezüglich ihrer Funktion ist noch zu bemerken, daß sie nicht nur Konidien, sondern auch die am Schlusse der Vegetation bei einigen Fusarien entstehenden Chlamydosporen tragen. Chlamydosporen erhält man in der Kultur ferner

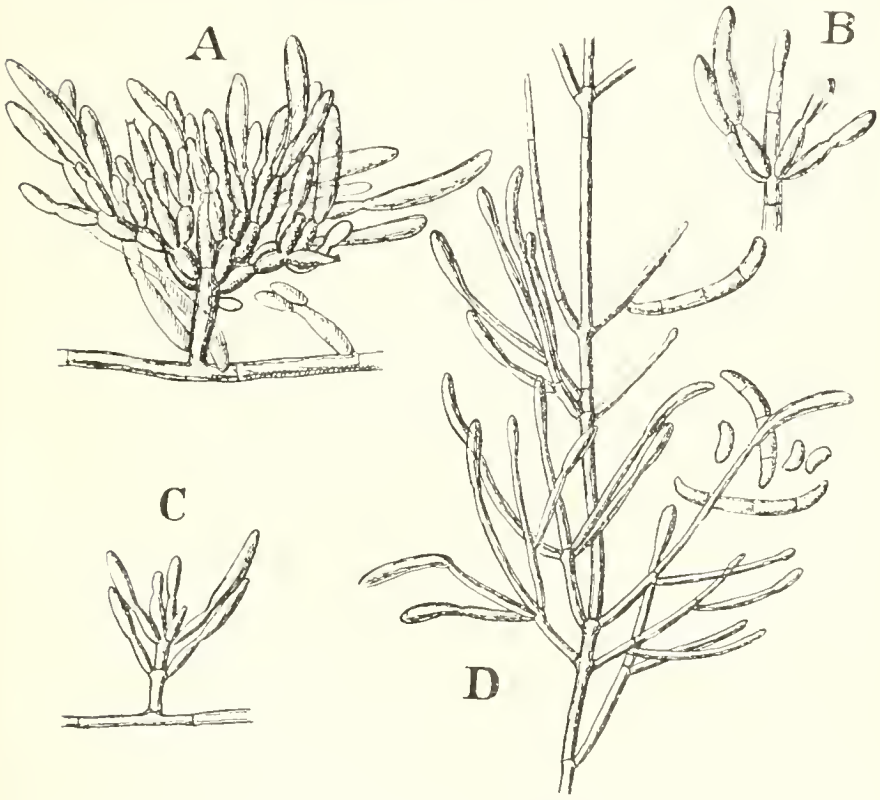


Abb. 2. Konidienträger. Vergr. 500.
A u. B *Fusarium rubiginosum* App. et Wollenw.
C. *Fusarium discolor* App. et Wollenw.
D. *Fusarium theobromae* App et Strk.

intercalar, in und an den Hyphen, einzeln, in Ketten und Knäueln und auch in und an den Konidien einzellig oder mehrere in einer Reihe. An einer Stelle entsteht im Gegensatz zu den Konidien immer nur eine Chlamydospore, die aber Doppelzelle sein kann. Glattwandig in der Jugend, wird sie im Alter oft warzig. Das Vorhandensein oder Fehlen von Chlamydosporen ist ein besseres Unterscheidungsmittel als ihre Anordnung, Form, Größe, Bewarzung usw.

Das aus nicht zusammengewachsenen Fäden bestehende Mycel zeigte sich in der Kultur so variabel in Septierungsweite, Breite und Verzweigung, daß eine Verwertung für die Systematik nicht möglich war. Die plectenchymatischen Mycelien dagegen konnten eigentümliche Formen annehmen, die gelegentlich einmal bei der Artentrennung in Betracht kommen dürften. Sie Sklerotien zu nennen, scheint nicht erforderlich, obwohl sie sich hie und da vom Stroma in Knötchen oder Warzenform abheben und durch ihre Farbe auffallen können.

Auf die Farbe der Fusarien ist ein Hauptgewicht zu legen. Das ist bisher schon in der Systematik geschehen, doch nicht durchweg, so daß nicht viele Arten nach der Farbe wiederzuerkennen sind. Am besten ist bisher die Farbe der Konidienlager berücksichtigt, besonders die nach Rot und Orange gehenden, die in der Natur sehr auffallend sind. In der Kultur lassen sich die Naturfarben ebenfalls hervorrufen, hie und da mit Schwankungen, die von der Feuchtigkeit und von Zutaten des Substrats abhängig sind. Die reine Konidienfarbe trat meist nur auf Substraten auf, die selbst ungefärbt waren, während Substratfarben, wie der bräunliche Saft von gekochtem Obst, Mycel und Konidien durchdringen und diese färben können. Darauf war zu achten.

Die sehr charakteristischen und scharf voneinander zu unterscheidenden Farbstufen wurden geordnet nach den Zahlen in Klincksieck und Th. Valette's (1908) Code des Couleurs à l'usage des naturalistes; die wichtigsten wurden außerdem wie folgt benannt:

Konidienfarben: gelblichweiß,
bräunlichweiß,
ocker,
orange.

Auch das Mycel konnte kräftige Farbstoffe entwickeln, besonders das plectenchymatische, und zwar:

Mycelfarben: blau,
oliv,
rot,
gelb.

Bei manchen Arten waren Mycel- und Konidienfarben gleich, bei anderen verschieden. Meist handelte es sich bei jeder Wuchsform nur um eine Farbe bei jeder Art. Aber es konnten mehrere vorhanden sein. In Konidien konnte eine Farbe eine Zeitlang herrschen als Jugendfarbe und dann einer anderen, der Reifefarbe, Platz machen oder eine Farbe eine andere überdecken. Plectenchyme konnten eine herrschende Farbe haben, während eigenartige,

gelegentlich auf ihrer Oberfläche auftretende Knötchen oder Warzen eine scharfe Kontrastfarbe aufwiesen.

Der ganze Farbenreichtum läßt sich nur kulturell verfolgen, in der Natur ist die Mycelfarbe oft leicht zu übersehen, weil häufig nur Konidien mit kaum entwickelten Mycelien gefunden werden.

Einige Farben zeigen basische Reaktion, unter Farbenumschlag bei Reaktionsänderung, andere nicht.

Endlich ist noch der Geruch zu erwähnen, den einige Fusarien auf einem Substrate ausströmen, andere nicht.

Es ist damit eine ganze Reihe von Unterscheidungsmomenten durch die Kultur entweder aufgefunden oder vertieft worden. Man kann daher die Kultur mit Recht eine Grundlage der Systematik nennen.

Um einen Begriff zu geben, wieviel bestimmter sich beispielsweise für ein *Fusarium* der Artbegriff allein unter Zugrundelegung der Kultur gestalten läßt, seien die Diagnosen von *F. solani* einander gegenüber gestellt:

Bisherige Diagnose, die natürlich nicht dieselben Ausmaße der Konidien zeigt, weil *F. solani* ein Sammelbegriff ist:

F. solani (Mart.)

Syn. *Fusisporium solani* Mart. in Denkschr. Ak. Wiss. München, S. 20 (1842), Tab. III, Fig. 25—30. — HARTING in Nieuwe Verh. eerste Kl. Kon. Ned. Inst. Amsterdam XII, 226, Tab. II, Fig. 6.

Fusarium solani Sacc. Michelia II, 296 (1881); Syll. IV, 705. — OUDEM. Cat. Champ. Pays Bas, p. 532. Massee Brit. Fung. Fl. III, 481, Fig. 14. — WEHMER in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. III, 727.

Exs. V. THÜMEN, Fungi austr., 283.

Fruchtlager kuglig, unregelmäßig, weißlich, behaart. Konidienträger verzweigt, Konidien spindelig-sichelförmig, mit 3—5, selten mehr Scheidewänden, fast hyalin, 40—60 μ lang, 7—8 μ dick, wenig variierend.

An trockenfaulen Kartoffeln in Deutschland, Böhmen, Krain, Belgien, Holland, Dänemark, Italien, England, Nordamerika; in Kanalwässern in Breslau (BANDMANN); in der kälteren Jahreszeit.

Die jetzige Diagnose lautet dann:

Fusarium solani (Martius pr. p.).

Syn. *Fusisporium solani* Martius pr. p.
MARTIUS in Denkschrift Ak. Wiss. München S. 20 (1842).
KARSTEN in Bot. Unters. a. d. physiol. Lab. d. landw. Lehranstalt Berlin, I, S. 69—75 (1865), Fig. I u. II.
HARTING in Nieuwe Verh. eerste Kl. Kon. Nederl. Inst.

Amsterdam XII, S. 227 (1846) (sub *F. solani flavum*) Tab. II, Fig. 5 u. 6.

Wehmer in Centralbl. f. Bakt. u. Path. 2. Abt. III, S. 727 (1897), Tab. X u. XI (sub *Fusarium Solani* Sacc.).

Pionnotes solani tuberosi (Desm.) vgl. Lindau in Rabenh. Krypt. Fl. IX. Abt., S. 513 (1909).

Fusarium commutatum Sacc. vgl. Lindau in Rabenh. Krypt. Fl. IX. Abt., S. 574 (1909).

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes). Normale reife Konidien im mittleren Teile fast drehrund spindelförmig, sehr schwach gekrümmt, mit kaum merklicher Anschwellung gegen das freie Ende zu, beidendig wenig verjüngt; im Längsschnitt mit flachbogiger Bauch-, dagegen stets gestreckt ellipsoidischer Rückenlinie, die, besonders am Scheitel, plötzlich umbiegt und mit stumpfem Schlußbogen in die Bauchlinie einmündet; die Basis stumpflich, oft mit kaum sichtbarem Wärzchen. 3 Scheidewände; durchschnittlich 30—40×5—6 μ (Grenzen 25—45×4½—6½ μ), seltener 2 und 4, ausnahmsweise 1 und 5 Scheidewände (Grenzwerte: 1 septiert 15×4 μ minimum; 5septiert 59×6½ μ maximum, größte Breite 7 μ; höchste Septenzahl 7). Farbe der Konidienmassen bräunlichweiß, im Alter hellbräunlich, gelegentlich grünlich infolge Hinzutretens eines grünlichblauen Plectenchymfarbstoffes. Konidienträger an Einzelhyphen oder Coremien, einfach oder verzweigt. Verzweigung baumartig, gestreckt, ausgedehnt oder strauchartig, gestaucht gedrungen. Seitenäste unregelmäßig oder in zweigliedrigen, oft decussierten, gelegentlich dreigliedrigen Wirteln angeordnet. Sterile Hyphen im mittleren Teile 3—4 μ (Grenzen ¾—10 μ) dick. Als Rasen fast weiß, oft mit etwas bräunlichweißem plectenchymatischen unteren Teile. Chlamydosporen an alten Konidienträgern, an anderen Hyphenarten, ferner innerhalb der Mutterkonidie oder als Abschluß eines kurzen Keimschlauches; terminal, intercalar, einzellig, rundlich oder birnenförmig, im Durchschnitt 8½×8 μ, zweizellig mit Einschnürung bei der Scheidewand, 12×7¾ μ, seltener in Ketten oder Knäueln, glatt, ausnahmsweise kaum merklich fein, selten deutlich bewarzt. Stroma der Sporodochien bräunlichweiß. Auf trockenfaulen oder naßfaulen Kartoffelknollen und auf Melonen in Deutschland.

Trotz großer Sorgfalt in der Beschreibung der feineren Formmerkmale der Konidien ist die Unterscheidung der Arten auch jetzt noch nicht immer ohne Abbildung möglich; besonders wenn es sich um eine größere Anzahl Arten handelt, wird der Wortlaut kaum die bildliche Vorstellung erschöpfen können. Das Auge übersieht

mit einem Blick, wo Gegensätze hervortreten. Auch die Größenunterschiede nimmt es sofort war. Freilich müssen vorausgesetzt werden, was gerade für die Darstellung von Fusarien nicht oft genug betont werden kann: Einheitliche nicht zu kleine Vergrößerungen (1000 bewährt sich gut für den Vergleich der einzelnen Normaltypen von Konidien, 500 für den von Konidiengruppen, die die normalen Formschwankungen zeigen sollen, auch für Konidienträger). Dabei ist es von Vorteil, bequeme Vergrößerungen wie 1000, 500, 250 usw. zu wählen, die man zuvor für eine bestimmte Zeichentischhöhe, bestimmte Objektive und Okulare und Tubuslängen tabellarisch absolut genau ermittelt hat. Dann dienen die Abbildungen zugleich als bequeme Belege für die Ausmaße der Entwicklungsformen. Mißt man beispielsweise eine 1000fach vergrößerte Konidie 30 mm lang, 5 mm breit, so ist sie in Wirklichkeit $^{30}/_{1000}$ mm = 30 μ lang und 5 μ breit. Anstatt von den Vorteilen solcher Vergrößerungen Gebrauch zu machen, wird das Objekt sehr häufig irgendwie eingestellt, abgebildet und nachher erst die Vergrößerung errechnet, wobei ganz bunte Zahlengruppen zutage kommen, die dem Auge den Vergleich sehr erschweren.

Je schärfer der Normalbegriff auf Erzeugnisse künstlicher Reinkulturen begründet werden kann, desto mehr lohnt es sich, die größte Mühe auf die Schärfe und die Uebersichtlichkeit der Darstellung des als normal Erkannten zu verwenden. Nur dadurch ist die Systematik der Gattung *Fusarium* und anderer zu bewältigen.

Bei der Kultivierung der Fusarien wiederholte sich immer die Reihenfolge der Entwicklungserscheinungen bei gleicher Kulturanordnung. Man konnte im Laufe der Kultur auf einem Substrate von der Beimpfung bis zum Ende unterscheiden den Zustand der Jung-, Hoch- und Altkultur. Erstere zeichnet sich durch das Vorkommen krüppelhafter, unregelmäßiger, gelegentlich verquollener oder auch zusammengezogener Sporen aus, letztere durch das ähnlicher, oft als Hungerformen anzusehender Formen, die z. B. auftreten, wenn die Nährkraft erschöpft, aber noch Feuchtigkeit vorhanden ist. Am wichtigsten ist die Hochkultur mit den gleichmäßigsten Sporenformen. Ist eine *Fusarium*-Art nun an andere Verhältnisse in der Natur gewöhnt, so bedarf es einer gewissen Zeit und mehrmaliger Ueberimpfung auf frisches Substrat, bis sie sich in die der Einheitlichkeit der Bearbeitung wegen notwendige gleichartige Kulturmethode einfügen läßt und dann wie die eben erwähnte Reihenfolge der Entwicklungserscheinung dauernd innehält. Bezeichnet man den Zustand vor der Anpassung mit An-, den mit vollendeter Anpassung beginnenden mit Normkultur, so ist nur noch ein dritter denkbar, der aber bei keinem *Fusarium*

bisher sicher nachgewiesen worden ist, die Abkultur, womit eine Art Herabzüchtung gemeint ist, die denkbar wäre unter der Voraussetzung dauernd ungünstiger Verhältnisse in künstlichen Reinkulturen. Die Kulturmethode erwies sich aber als völlig ausreichend zur Erzielung von normalen Entwicklungsformen, selbst bei mehrere Jahre währender Weiterzüchtung.

Daß die gewählte Methode wirklich den ganzen normalen Entwicklungsgang erzwingen kann, wurde dadurch bewiesen, daß sich aus einigen Fusarien auch Perithecien von *Gibberella*, *Neocosmospora*, *Nectria* züchten ließen. Dabei war besonders bemerkenswert, daß *Fusarium Willkommii*, das auf Laubbäumen den gefürchteten Krebs hervorruft, auf gekochten Stengeln von Kartoffel zur Perithecienbildung schritt, sich also damit als *Nectria ditissima* erwies. Das heißt also, daß *N. ditissima* auch auf totem Substrate den Kreis seiner Entwicklung schließt, also nur ein Gelegenheitsparasit ist.

Dieselbe Kulturmethode leistete auch für *Verticillium*, *Spicaria*, *Volutella*, *Periola*, *Ascochyta* usw. gute Dienste. *Ascochyta* fand sich z. B. auf Bohnenhülsen als ein ockerfarbiger Schleim aus zweizelligen Stäbchenkonidien, die erst den Verdacht nahelegten, daß es sich um einen *Fusarium* nahestehenden Pilz handle. Nach 14 Tagen Kultur auf gekochten Stengeln bildeten sich aber die typischen Pykniden. Ebenso war es mit *Periola*, das in der Natur anstatt in Pykniden, als Schleim freier Konidien vorkommen kann. Überall ist hier die Kultur die Grundlage der Erkennung und der Systematisierung geworden, und man wird nicht fehlgehen, wenn man behauptet, daß eine befriedigende Systematisierung der Hyphomyceten überhaupt nur mit Hülfe der Kultur möglich ist.

Erklärung zu Tafel XIII.

1—7 nach Photographien von Konidien, die mit Osmiumtetroxyd fixiert, mit Wollblau (in Lactophenol) gefärbt und aufbewahrt waren (Vergr. 500), 8—10 nach Photographien von gekochten Kartoffelknollen mit 14 Tage alten Fusariumkolonien (natürl. Größe). 4 u. 7 Jung-, die anderen Hochkulturen.

1 u. 2. *Fusarium solani* (Mart.).
3. „ *theobromae* App. et Strk. } bei einigen die Kerne als dunkle
4. „ *Willkommii* Lind. } Punkte hervortretend.
5. „ *discolor* App. et Wollenw.
6. „ *subulatum* „
7. „ *metachroum* „
8. Knolle mit *Fusarium rubiginosum* App. et Wollenw. mit Konidienkrusten auf plectenchymatischen Warzen
9. „ „ „ *Martii* App. et Wollenw. mit feuchtem, schleimigen Konidienmantel (Pionnotes).
10. „ „ „ *ventricosum ad int.*, mit hohem, dichten, gelblichweißen Mycelpolster, in das die Konidien eingestreut liegen

Sitzung vom 25. November 1910.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Der Vorsitzende macht die Mitteilung, daß unser ordentliches Mitglied, Se. Exzellenz Wirkl. Geh. Rat Prof.

Dr. JULIUS KÜHN

in Halle a. S. am 14. April 1910 verstorben ist.

Um das Andenken an den Verstorbenen zu ehren, erheben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen:

Herr **Josef Schweidler** in Lundenburg (Mähren) (durch E. HEINRICHER und A. WAGNER).

Herr P. LINDNER hatte eine größere Zahl besonders farbenprächtiger Pilzkulturen zur Ausstellung gebracht, ebenso zahlreiche Aufnahmen von solchen nach dem Lumière-Verfahren. Ein Teil der Kulturen bezog sich auch auf Luftuntersuchungen aus der Praxis des Gärungsgewerbes. Im Verlauf der Sitzung wurde des Näheren erläutert, wie diese Luftuntersuchungen zum Nachweis der Pilzkeime ausgeführt werden und inwieweit gerade diese Methode berufen sei, im naturwissenschaftlichen Unterricht eine Vorstellung von dem Zustandekommen einer Infektion zu vermitteln. Nach vielem Probieren wurde als Kulturgefäß ein ca. 500 ccm fassender, oben kuppelförmig geschlossener Glaszylinder bewährt gefunden, dessen nach unten gekehrte Öffnung von einem glockenartig gestaltetem Fuß umgeben ist. Zum Auffangen der Keime werden zweckmäßig Zigarettenschachteln aus Blech benutzt, die durch Untertauchen in kochendes Wasser oder durch trockene Hitze sterilisiert sind. Diese Schachteln läßt man aufgeklappt ca. 1 Stunde lang an einer bestimmten Örtlichkeit stehen; alsdann klappt man sie zusammen und spült die darin eingefangenen Keime im Laboratorium mit Nährgelatine in das oben beschriebene Kulturgefäß aus, an dessen zylindrischer Wandung die Gelatine durch Rollen

zum Erstarren gebracht wird. Etwa während der Pilzentwicklung abschmelzende Gelatine sammelt sich in einer besonders vorgesehenen Sammelrinne, welche von dem verschließenden Wattepfropf durch einen Ringwulst getrennt ist. Durch die Verlegung der Öffnung nach unten wird einem Verstauben des Wattepfropfens vorgebeugt, sowie einem vorzeitigen Austrocknen der Gelatine, die auch in Mischung mit Agar verwendet werden kann. Die Ein- bzw. Abimpfung geschieht bei diesem Gefäß unter dem Schutze des glockenförmigen Fußes. In den Sammlungsschränken auf der Galerie des Lichthofes des Institutes für Gärungsgewerbe sind Hunderte von lebenden Pilzkulturen in solchen Gläsern[1]) ausgestellt und bilden dort ein viel bewundertes reizvolles Schauobjekt.

Nach Schluß der Sitzung folgten die Mitglieder einer Einladung zu einer Vorführung der oben erwähnten Lumière-aufnahmen im Epidioskopzimmer der Berliner Filiale der Firma CARL ZEISS, wo Herr LINDNER die Eigenartigkeit mancher Pilzkulturen näher erläutern konnte; insbesondere wurde auf die verschiedene Empfindlichkeit derselben gegen den Wechsel von Tag und Nacht, sowie auf das völlig launenhafte Auftreten der Farbstoffbildung hingewiesen. Auch die Maßregeln zur Vermeidung von Reflexen bei photographischen Aufnahmen solcher Kulturen wurden dargelegt. Leider verbietet die Kostspieligkeit farbiger Reproduktion die allgemeinere Verbreitung von diesen Bildern. Man muß in solchem Falle eben seine Zuflucht zu Lichtbildervorträgen nehmen. Die Leistung des ZEISSschen Epidiaskops, das mit besonderen Scheinwerfern versehen ist, war geradezu glänzend und fand bei den Mitgliedern ungeteilten Beifall. Lebhafter Dank wurden zum Schluß Herrn Direktor HOFFMANN, der zu so später Stunde die Projektion selbst übernommen hatte, gespendet. Es sei noch bemerkt, daß man bei Anschaffung von Projektionsapparaten sich unbedingt darüber vergewissern muß, ob diese auch Lumière-aufnahmen gewachsen sind. Da der farbigen Photographie die Zukunft gehört, möge man diese Forderung unbedingt stellen.

Herr SORAUER besprach eine neue Form der Erkrankung der Apfelbäume, bei welcher innerhalb des Markzylinders Maserbildungen aufgetreten sind. Die ersten Entwicklungsstadien dieser

1) Diese Pilzkulturgefäße (D. R.-P.) sind vorläufig bei WARMBRUNN & QUILITZ, Berlin NW, Heidestraße, oder vom Institut für Gärungsgewerbe, N 65, oder von Lehrmittelhandlungen zum Preise von 1 Mark pro Stück erhältlich.

Masern decken sich mit denen, die der Vortragende früher bei der Bildung der Knollenmasern in der Rinde des Apfelbaumes beschrieben hat.

Von Herrn Professor Dr. Thomas ist folgendes Dankschreiben an den Vorstand eingegangen:

An den Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft hat mir die unerwartete Ehrung eines Glückwunsches zu meinem 70. Geburtstag zuteil werden lassen, auch dabei meiner wissenschaftlichen Arbeiten gedacht, die ich selbst nie für mehr als kleine, aber zuverlässige Bausteine erachtet habe. Solche Anerkennung von seiten des höchsten botanischen Tribunals in Deutschland hat mir eine herzliche Freude bereitet, und ich spreche dem Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft meinen innigen Dank aus.

Ohrdruf, den 25. November 1910.

Professor Dr. Fr. Thomas,
Gymnasial-Oberlehrer a. D.

Mitteilungen.

61. A. Reinhard: Zur Frage über die Salzwirkung auf die Atmung der Pflanzen.

(Eingegangen am 25. Oktober 1910.)

In der unlängst erschienenen Arbeit[1]) über die Wirkung der Salze auf die Atmung der Pflanzen und auf die Atmungsenzyme haben wir gezeigt, daß die Neutralsalze die Energie der Atmung zerriebener Erbsensamen (Viktoriasorte) nicht stimulieren, vielmehr dieselbe schwächen.

1) W. Zaleski und A. Reinhard, Biochemische Zeitschrift, 27, 1910.

Nur Phosphate, deren stimulierende Wirkung auf die Gärung des Hefepreßsaftes schon längst bekannt war, nämlich zweibasische Phosphate, steigern bedeutend die Kohlensäureausscheidung bei den lebenden und vermittelst Erfrieren oder mit Aceton getöteten zerriebenen Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte), *Zea Mays* und *Lupinus angustifolius*.

Einige Forscher[1]) haben hervorgehoben, daß Phosphate die anaerobe Ausscheidung der Kohlensäure stimulieren, wobei die Phosphorsäure einen direkten Anteil an der anaeroben Atmung nimmt.

HARDEN und JUNG betrachten die Phosphorsäure als Koenzym, welches auf die Zymase einen Einfluß ausübt.

Weil in unserer oben erwähnten Arbeit[2]) ziemlich starke Konzentrationen genommen waren, so war das Ziel vorliegender Versuche, die früheren Versuche zu erweitern und die Wirkung der schwachen Konzentrationen der Nährsalze auf die Atmung zu studieren.

Da unsere früheren Versuche meistens mit Erbsensamen ausgeführt waren, so wurde auch jetzt dasselbe Objekt als Versuchsmaterial benutzt.

Die Versuchsanordnung ist auch dieselbe geblieben: die Erbsensamen wurden fein zerrieben, und das erhaltene Pulver wurde mit destilliertem Wasser und der entsprechenden Salzlösung befeuchtet, auf das Papier geschmiert und in die Rezipienten hineingebracht. Das Pulver wurde immer mit derselben Quantität Wassers resp. Salzlösung befeuchtet, bis sich ein dichter Brei bildete.

I. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, und das Pulver wurde 1. mit destilliertem Wasser, 2. mit KNO_3 0,2 pCt., 3. mit KNO_3 0,05 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t° = 15°$

$H_2O = 12$

KNO_3 0,2 pCt. $= 12{,}5$

KNO_3 0,05 pCt. $= 12{,}5$

---

1) E. BUCHNER, Die Zymasegärung 1903. BUCHNER und ANTONI, Zeitschr. f. phys. Chem. 46, 1905. N. IWANOFF, Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 1910. L. IWANOFF, Bioch. Zeitschrift, 25, 1910.

2) W. ZALESKI und A. REINHARD, l. c.

II. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, und das Pulver wurde 1. mit destilliertem Wasser, 2. mit KH_2PO_4 0,1 pCt., 3. mit KH_2PO_4 0,05 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t^0 = 15^0$

$H_2O = 12$

KH_2PO_4 0,1 pCt. = 13,5

KH_2PO_4 0,05 pCt. = 12,5

III. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, und das Pulver wurde 1 mit destilliertem Wasser, 2. mit $MgSO_4$ 0,1 pCt., 3. mit $MgSO_4$ 0,05 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t^0 = 15{,}5^0$

$H_2O = 13$

$MgSO_4$ 0,1 pCt. = 13

$MgSO_4$ 0,05 pCt. = 13,5

IV. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, und das Pulver wurde 1. mit destilliertem Wasser, 2. mit $Ca(NO_3)_2$ 0,2 pCt., 3. mit $Ca(NO_3)_2$ 0,05 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t^0 = 14^0$

$H_2O = 11$

$Ca(NO_3)_2$ 0,2 pCt. = 9,5

$Ca(NO_3)_2$ 0,05 pCt. = 10,5

V. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, und das Pulver wurde 1. mit destilliertem Wasser, 2. mit Fe_2Cl_6 0,2 pCt., 3. mit Fe_2Cl_6 0,05 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t^0 = 13^0$

$H_2O = 11$

Fe_2Cl_6 0,2 pCt. = 9

Fe_2Cl_6 0,05 pCt. = 11,5

VI. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, und das Pulver wurde 1. mit destilliertem Wasser, 2. mit KNO_3 0,2 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t° = 13°$

$H_2O = 11$

KNO_3 0,2 pCt. = 10

Für die folgenden zwei Stunden

$H_2O = 24$

KNO_3 0,2 pCt. = 21,5

VII. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, und das Pulver wurde 1. mit destilliertem Wasser, 2. mit KNO_3 0,5 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t° = 13°$

$H_2O = 12$

KNO_3 0,5 pCt. = 9,5

Für die folgenden zwei Stunden

$H_2O = 25$

KNO_3 0,5 pCt. = 21,5

VIII. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, und das Pulver wurde 20 Stunden mit Aceton bearbeitet, getrocknet und 1. mit destilliertem Wasser, 2. mit KNO_3 1 pCt., 3. mit KNO_3 0,2 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t° = 11°$

$H_2O = 7,5$

KNO_3 1 pCt. = 5

KNO_3 0,2 pCt. = 5.

IX. Versuch.

Die Samen von *Pisum sativum* (Viktoriasorte) wurden zermahlen, 20 Stunden mit Aceton bearbeitet, getrocknet und 1. mit destilliertem Wasser, 2. mit $Ca(NO_3)_2$ 1 pCt. befeuchtet.

CO_2 für 25 g pro Stunde in Milligramm

$t° = 12°$

$H_2O = 8$

$Ca(NO_3)_2$ 1 pCt. = 3,5

Wir sehen, daß auch die schwachen Konzentrationen der Nährsalze keine Stimulation der Atmung zerriebener Erbsensamen Viktoriasorte hervorrufen (1., 2., 3., 4., 5. Versuch).

Dasselbe Resultat bekommen wir auch bei der länger dauernden Wirkung des Salzes (6., 7. Versuch).

Die Versuche (8, 9), in welchen die Wirkung der Salze auf die Enzyme studiert wurde, zeigen, daß Kaliumnitrat und Calciumnitrat keinen stimulierenden, vielmehr einen schädlichen Einfluß auf die Atmungsenzyme ausüben.

Charkow, Pflanzenphysiologisches Laboratorium.

62. F. W. Neger: Ambrosiapilze.

III. Weitere Beobachtungen an Ambrosiagallen.

(Eingegangen am 2 November 1910.)

(Mit Tafel XIV und 4 Abbildungen im Text.)

In den Berichten Bd. XXVIa (1908) S. 735—754 habe ich die Ergebnisse meiner Untersuchung über jene Pilze, welche die Innenwand gewisser Asphondyliagallen auskleiden, mitgeteilt.

Ich erinnerte an die auffallende Übereinstimmung in morphologischer und biologischer Hinsicht, welche zwischen diesen Pilzen und den die Larvenwiegen gewisser Holzbohrkäfer (Xyleborus, Xyloterus usw.) auskleidenden Pilzrasen besteht. Nachdem die letzteren seit langer Zeit unter dem Namen „Ambrosia" bekannt sind und diese Bezeichnung in der zoologischen Literatur auch vollkommen eingebürgert ist, schlug ich vor, derartige Gallen, in welchen ein Pilz anscheinend die gleiche Rolle spielt, wie die Ambrosiapilze in den Larvenwiegen der Holzbohrkäfer, als Ambrosiagallen zu bezeichnen.

BACCARINI, welcher als erster (1) im Jahr 1893 eine derartige Galle — nämlich die durch Asphondylia Capparidis verursachte Galle auf *Capparis spinosa* beschrieben und dafür den Namen „Mycozooceeidien" vorgeschlagen hatte, wandte sich kürzlich (2) in einer kleinen Notiz gegen meine Ausführungen, indem er folgende Bedenken vorbrachte:

1. Die Bezeichnung Ambrosiagallen könnte leicht Anlaß geben zu Verwechselungen, indem es bekanntlich auch eine Com-

positengattung namens Ambrosia gibt, und man könnte dann unter Ambrosiagallen und Ambrosiapilzen Gallen bzw. Pilze verstehen, welche auf einer Ambrosiaart vorkommen.

Diese Gefahr der Verwechselung besteht aber wohl nur so lange, als man sich noch nicht an den Begriff „Ambrosia" als Bezeichnung für eine bestimmten Insekten zur Nahrung dienende Wachstumsform der Pilze gewöhnt hat.

Übrigens gibt es verschiedene gut eingebürgerte termini technici, deren Bedeutung von Haus aus zweideutig, erst durch die Gewohnheit allmählich eindeutige Gültigkeit erlangt haben, ich erinnere an die Ausdrücke: Algenpilze, Pilzgallen, Pilzwurzel usw.

Fig. 1.

Vergleich der Ambrosia eines (a) Holzbohrkäfers (Xyleborus lineatus) und einer (b) Ambrosiagalle (Fruchtgalle auf *Sarothamnus*). Vergr. 300.

Wer aber einmal die zarten Pilzrasen im Innern einer jungen Asphondyliagalle beobachtet und mit den Pilzrasen in den Larvenwiegen der Holzbohrkäfer verglichen hat (vgl. Fig. 1), der muß — überrascht von der auffallenden Übereinstimmung beider Erscheinungen, zugeben, daß wir es hier mit einer — trotz der verschiedenen systematischen Stellung der betreffenden Pilze[1]) —

1) BEAUVERIE (4) geht noch weiter; er spricht in einer jüngst erschienenen Abhandlung über Ambrosiapilze die Vermutung aus, daß auch die Pilze der Xyleborusarten zu *Macrophoma* zu stellen seien. Er stützt sich dabei auf die von ihm gemachte Beobachtung, daß in den Galerien des Xyleborus Fruchtgehäuse auftreten, welche an *Macrophoma*-Pycniden erinnern. Ich kann diese Auffassung durchaus nicht teilen. Nachdem es mir gelungen ist, die als Ambrosia bekannte Wachstumsform des Xyleborus-pilzes in Reinkultur zu züchten, kann kein Zweifel darüber bestehen, daß ich den richtigen — nämlich den Ambrosiapilz — unter den Händen hatte; ich

durchaus gleichartigen Bildung zu tun haben, und es liegt nur nahe, diese Beziehung durch den Namen zum Ausdruck zu bringen.

Außerdem möchte ich noch einmal darauf hinweisen, daß der Name „Ambrosiagalle" vielleicht aus folgendem Grund den Vorzug verdient vor der Bezeichnung „Mycozoocecidie". Mycocecidien sind die Asphondyliagallen — trotz des fast nie fehlenden Pilzbeleges — sicher nicht. Der Pilz ist ursächlich ganz unbeteiligt am Zustandekommen der Galle; denn er wird — daran kann nicht mehr gezweifelt werden — durch das Gallentier (wahrscheinlich durch das Muttertier) gleichzeitig mit dem Ei eingeschleppt.

Ausnahmsweise fehlt er vollständig, und die Galle kommt doch zustande. Mycozoocecidie drückt — wie mir scheint — ein coordiniertes Verhältnis der beiden Symbionten (Pilz und Asphondylia) aus, das aber tatsächlich nicht besteht. Der Pilz ist subordiniert. Die Bezeichnung „Ambrosiagalle" charakterisiert ohne weiteres das tatsächliche Verhältnis der Symbionten.

2. Bis zu einem gewissen Grad wohl begründet — das gebe ich zu — sind die Bedenken, die BACCARINI geltend macht gegen meine Ausführungen über die systematische Stellung des Pilzes der Ambrosiagallen. Der Umstand, daß sehr viele meiner Versuche, den Pilz zu kultivieren, fehlschlagen, gab auch mir häufig Anlaß, an der Richtigkeit meiner Schlüsse zu zweifeln.

Man könnte diese häufigen Mißerfolge mit gutem Recht etwa dahin deuten, daß der eigentliche Ambrosiapilz sich der künstlichen Kultur vollkommen entziehe (wie BACCARINI anzunehmen scheint), und die bisher als Ambrosiapilz einiger Asphondyliagallen angesehene *Macrophoma* nichts anderes als eine häufig wiederkehrende Verunreinigung darstelle. Es galt also durch äußerst zahlreiche, unter den verschiedensten Bedingungen anzulegende Kulturen und durch sorgfältige anatomische Untersuchung folgende Fragen zu entscheiden:

---

beobachtete aber niemals (im Laufe von drei Jahren) derartige Fruchtkörper. Dazu kommt, daß die so charakteristische Eigenschaft der Ambrosiapilze der Xyleborus- und Xyloternsarten, in Reinkultur Fruchtester zu erzeugen, den *Macrophoma*-Arten durchaus abgeht.

Schließlich möchte ich bei dieser Gelegenheit erwähnen, daß die von BEAUVERIE (l. c.) erwähnten Hefepilze, welche er in den Galerien von Xyleborus beobachtete, sicher nur Verunreinigungen darstellen. Ich fand dieselben gleichfalls häufig (sowohl in Xyleborusgalerien als auch in Ambrosiagallen). Aber in meinen „Ambrosia" erzeugenden künstlichen Kulturen fehlen sie, stehen also zur „Ambrosiabildung" in keiner Beziehung.

a) Unter welchen Umständen gelingt es, den Ambrosiapilz der Asphondyliagallen künstlich zu züchten?

b) Steht das Ambrosiamycel mit den an mehreren Ambrosiagallen häufig auftretenden *Macrophoma*-Pycniden im Zusammenhang?

c) Ist an räumlich weit getrennten Orten stets der gleiche Pilz vertreten?

Das Resultat dieser im Lauf des Jahres 1910 in größtem Maßstab und mit außerordentlichem Aufwand von Zeit und Mühe durchgeführten Untersuchung bestätigt voll meine früher gewonnene Anschauung.

Dagegen liegt es mir fern, dieselbe derart zu verallgemeinern, daß ich behaupten wollte, allen Ambrosiagallen sei eine und dieselbe Pilzgattung (*Macrophoma*) eigen[1]).

Zu durchaus sicheren Resultaten gelangte ich nur bei jenen Ambrosiagallen, die mir in größter Menge und in verschiedenen Entwicklungsstadien zur Verfügung standen: es sind dies die folgenden:

Knospengalle auf *Sarothamnus scoparius* (*A. Genistae*).

Fruchtgalle auf *Sarothamnus scoparius* (*A. Mayeri*).

Knospengalle auf *Coronilla emerus* (bzw. *emeroides*) (*A. Coronillae*).

Über die anderen Ambrosiagallen wage ich noch nichts Bestimmtes zu sagen[2]).

Abgesehen von der sicheren Ermittelung der spezifischen Natur des Ambrosiapilzes bei obengenannten Gallen hat diese Untersuchung noch einige weitere Resultate gezeitigt, welche dazu beitragen, die symbiotischen Beziehungen zwischen Gallenbewohnern (nebst deren Inquilinen) und den zugehörigen Ambrosiapilzen aufzuklären.

Für das Studium der Coronillagalle war ein längerer Auf-

1) Vgl. BACCARINI II.

2) Ich fand früher schon (s. Ambrosiapilze I) an alten verlassenen Blüten-Gallen der *Scrophularia canina*-Pycniden einer *Macrophoma*; die gleiche Beobachtung habe ich in noch größerem Maßstab im Frühjahr 1910 auf der Insel Lussin gemacht; alte Blütengallen von *Verbascum*, die ich im April 1910 bei Vellach (Mölltal) an verwelkten Königskerzen sammelte, trugen gleichfalls *Macrophoma*-Pycniden. Endlich: Kulturen, welche ich im Oktober 1910 von dem junge *Verbascum*-Gallen bewohnenden Pilz (in Waidbruck in Tirol) anlegte, gaben ausnahmslos durchaus reines Mycel (weiß-grau-schwarz) und Pycniden einer *Macrophoma*.

Demnach hat es sehr den Anschein, als ob auch der Ambrosiapilz der *Verbascum*- und *Scrophularia*-Blütengallen eine *Macrophoma* wäre, wie ich schon früher vermutet habe. Vgl. BARGAGLI-PETRUCCI (3) und TROTTER (7)

enthalt in Südeuropa (Dalmatien) nötig. Die dazu nötigen Geldmittel wurden mir in liberalster Weise von der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften bewilligt. Dem genannten wissenschaftlichen Institut spreche ich hierfür auch an dieser Stelle meinen ehrerbietigsten Dank aus. Desgleichen bin ich Herren Geheimen Hofrat Prof. Dr. VON GOEBEL für seine gütige Fürsprache bei der Bewerbung um jenes Stipendium zu aufrichtigem Dank verpflichtet. Dank endlich gebührt auch Herrn Assistent W. BÄR (Tharandt) für seine wertvollen Belehrungen in zoologischen Fragen, Herrn Prof. J. KIEFFER (Bitsch), welcher die Güte hatte, die Asphondyliamücken einer Revision zu unterziehen und einige der am häufigsten auftetenden Inquilinen zu bestimmen, endlich Herrn Prof. Dr. VON HÖHNEL (Wien), dem ich wertvolle Mitteilungen über die systematische Stellung der in Frage kommenden Pilze verdanke.

Herrn Dr. G. LAKON (Tharandt) endlich spreche ich meinen verbindlichsten Dank aus für die Herstellung der auf S. 476 erwähnten Serienschnitte.

A. Systematische Stellung einiger Ambrosiagallenpilze.

1. Die Knospengalle auf *Sarothamnus scoparius.*

Diese Galle findet sich in der Nähe von Dresden (bei Kötzschenbroda) massenhaft im ersten Frühjahr von April an. Sie ist allerdings nur bei gespanntester Aufmerksamkeit zu entdecken, da sie wenig absticht von sich eben entfaltenden Laubknospen.

Das Ausschlüpfen der Asphondylia erfolgt meist schon im Lauf des Mai, spätestens Anfang Juni. Das die Galle auskleidende Mycel ist anfangs weiß, später — während der Puppenruhe — grau bis schwarz. Zuweilen treten im Innern der Galle Fruchtkörper einer *Macrophoma* auf. Eine scharfe Grenze zwischen dem Ambrosiamycel und dem *Macrophoma*-Mycel ist nicht zu beobachten; vielmehr gehen beide Mycelien ineinander über. Demnach scheint der pycnidenbildende Pilz identisch zu sein mit dem Ambrosiapilz.

Die Bildung von *Macrophoma*-Pycniden wurde namentlich da beobachtet, wo das Gallentier aus irgendeinem Grund eingegangen war. Man ist versucht, hieraus den Schluß zu ziehen, daß Fruchtkörperbildung des Pilzes und Tod der Asphondylialarve in einer ursächlichen Beziehung zueinander stehen, wobei allerdings zunächst nicht ersichtlich wäre, was das Primäre, was das Sekundäre ist.

Um diese Frage zu entscheiden, wurde folgender Versuch an-

gestellt. Falls die übermächtige zur Pycnidenbildung führende Entwicklung des Pilzes abhängig ist von dem vorangegangenen Tod des Gallentieres, mußte die Pycnidenbildung künstlich befördert werden durch einen das Leben der Larve bedrohenden äußeren Eingriff.

Es wurden bei einer größeren Anzahl markierter Gallen die Larven durch einen kräftigen Druck auf die Galle getötet.

Nach zwei bis drei Wochen wurden die so behandelten Gallen untersucht. Das Resultat war negativ. Entweder waren die Gallen vollkommen vertrocknet und abgestorben (damit auch der Ambrosiapilz) oder der Druck, welcher das Gallentier hatte töten sollen, war nicht kräftig genug gewesen, d. h. die Galle ist häufig so fest gebaut, daß sie das Tier selbst gegen starken Druck schützt; endlich bei einer kleinen Anzahl von behandelten Gallen war das Tier getötet, Gallengewebe und Pilz am Leben geblieben, letzterer aber zeigte keine auffallende Neigung zur Pycnidenbildung; kurz gesagt, der Tod des Gallentiers in Gallen, deren Pilz zur Pycnidenbildung vorgeschritten ist, scheint nicht die primäre, sondern eine sekundäre Erscheinung zu sein.

Zu gleicher Auffassung führt ein anderer von der Natur selbst vorgezeichneter Versuch.

Wie die meisten Gallen so leidet auch die Ambrosiagalle der Asphondylia Genistae häufig unter zahlreichen Parasiten — Hymenopteren — deren Larven die Asphondylialarve aussaugen und schließlich töten. Es kommen hier hauptsächlich zwei Gruppen von Inquilinen in Betracht:

Tetrastichus flavovarius Nees und Eurytoma dentata Mayr (beide nach gütiger Bestimmung durch Herrn Prof. KIEFFER).

Die ersteren treten meist in großer Anzahl in jeder Galle (zu 8—10) auf, während die letzteren einzeln leben.

Wenn der Tod der Asphondylialarve die Bedingung für das Zustandekommen der Pycnidenbildung wäre, müßten gerade in jenen Gallen, wo der ursprüngliche Hausherr durch die Inquilinen getötet wurde die Pycnidenbildung besonders häufig erfolgen. Dies ist aber nicht der Fall. Im Gegenteil! In den von Tetrastichus flavovarius bewohnenden Gallen, wo die Asphondylialarve einem frühzeitigen Tod anheim fiel, war nur selten Pycnidenbildung zu beobachten; der Pilz fiel hier vielmehr durch überaus massige vegetative Entwicklung auf, er blieb außerordentlich lang, oft sogar dauernd weiß, während er ja in jenen Gallen, wo die Asphondylia eine von Inquilinen ungestörte Entwicklung durchmacht, früher oder später grau bis schwarz wird.

Also weisen auch diese Verhältnisse darauf hin, daß die Pycnidenbildung von anderen Faktoren als vom Tod des Symbionten abhängt.

Nachdem es auf diese Weise nicht gelungen war, an der Galle selbst durch künstliche Eingriffe oder durch Benutzung von in der Natur gegebenen Faktoren den Pilz zur Pycnidenbildung zu zwingen, blieb nichts anderes übrig als zu dem alten Verfahren zurückzukehren, d. h. zu versuchen, den Pilz auf künstlichen Substraten zu züchten und womöglich zur Fruchtkörperbildung zu veranlassen.

Da galt es nun, zuerst die Frage zu ergründen: „Warum mißlingt so häufig die künstliche Kultur der Ambrosiapilze?", eine Erfahrung, die alle, welche sich mit derartigen Studien bis jetzt beschäftigten, zu ihrem Leidwesen gemacht haben. (Conf. BACCARINI, l. c.)

Die Antwort auf diese Frage ist kurz die:

Der Ambrosiapilz wächst nur dann auf künstlichem Substrat, wenn er nicht zu jung und auch nicht zu alt ist. Auch sagt ihm nicht jeder Nährboden in gleicher Weise zu.

Jene winzigen Mycelflöckchen, welche in ganz jungen Ambrosiagallen auftreten, vertragen meist den Transport auf künstliches Substrat schlecht; andererseits sind die grau bis schwarz gefärbten Mycelfäden alter Gallen (Puppenstadium) in der Regel tot oder wenigstens wachsen sie schwer aus, wenn sie losgerissen und auf einen künstlichen Nährboden übertragen werden.

Gut wachsen an: dicke mächtige Ambrosialager, und zwar namentlich auf Dextrose-Nährgelatine (in einer geräumigen feuchten Kammer), ferner auf Dextrose-Nährlösung.

Brot eignet sich nur zur Weiterkultur von in Gelatine ausgewachsenen Mycelflocken; auf Brot sowohl wie auf sterilisierten *Sarothamnus*-Zweigen erfolgt leicht Pycnidenbildung (unter Umständen erst nach längerem Stehen im Thermostaten bei ca. 30 ° C).

Eine Methode, den Ambrosiapilz unter allen Umständen auf künstlichen Nährböden zu züchten, habe ich beim Studium der Fruchtgalle (Asphond. Mayeri) auf *Sarothamnus* ausfindig gemacht und werde darauf später zurückkommen.

In weitaus den meisten Fällen bildete der in Reinkultur gezogene Pilz Pycniden mit spindelförmigen Sporen (*Macrophoma*).

Das habituelle Aussehen dieser Kulturen stimmte vollkommen überein mit demjenigen Aussehen jener Kulturen, welche erhalten wurden, wenn von den im Innern einzelner Gallen entstandenen Pycniden bzw. den zugehörigen Conidien ausgegangen wurde

(Mycel erst weiß, dann grau, schließlich schwarz). Hiernach kann kaum mehr daran gezweifelt werden, daß der Ambrosiapilz und der *Macrophoma*-Pycniden bildende Pilz einen und denselben Organismus darstellen und daß der Pycniden bildende Pilz nicht nur eine Verunreinigung des Ambrosia-Pilzrasens ist.

In einigen Fällen allerdings wurden beim Versuch, den Ambrosiapilz der Asphondylia Genistae auf künstlichem Substrat zu züchten, Kulturen erhalten, welche sowohl in makroskopischer wie in mikroskopischer Hinsicht von den typischen *Macrophoma*-Kulturen abweichen.

Die so erhaltenen Mycelien hatten verschiedene Farben, meist weiß, rosa, bräunlich, sie blieben entweder steril oder bildeten gleichfalls Pycniden mit kurzen rundlichen, hellbraun gefärbten Sporen[1]).

Da aber diese von *Macrophoma* verschiedenen Kulturen nur vereinzelt auftraten, da keine der hier beobachteten Pilze in so erdrückender Überzahl zur Entwicklung kam wie das *Macrophoma*-Pycniden bildende Mycel, so kennzeichnen sie sich eben dadurch als das, was sie wohl tatsächlich sind — nämlich Verunreinigungen, wobei ich allerdings unentschieden lassen muß, ob diese Verunreinigungen sich schon in der Ambrosiagalle vorfanden, oder ob sie — mir unbewußt — bei Anlage der Kultur eingeschleppt wurden.

Daß eine *Macrophoma* der wahre Ambrosiapilz der A. Genistae ist, ergibt sich endlich aus folgender Beobachtung:

Ende Mai bis Mitte Juni sind die Knospengallen der Asph. Genistae zum weitaus größten Teil entleert. An vielen treten um diese Zeit Pycniden auf, teils winzig klein, mit unbewaffnetem Auge kaum erkennbar, teils größer, ohne Lupe eben noch sichtbar. Erstere sind stets nur oberflächlich, letztere durchbrechen entweder die Gallenwand, oder wachsen gleichfalls oberflächlich.

Erstere lassen kurze bräunliche Sporen in kurzen Ranken austreten, letztere erzeugen sehr auffallende, oft mehrere Millimeter lange, vielfach gewundene, blendend weiße Ranken von farblosen spindelförmigen Conidien, kurz gesagt, erstere sind eine *Coniothyrium*-Art, letztere dagegen *Macrophoma*, identisch mit den zuweilen im Innern der Galle auftretenden Pycniden, und mit den aus Ambrosiamycel vorherrschend gezogenen *Macrophoma*-Pycniden.

Auch dann, wenn entleerte (oder auch noch nicht entleerte)

1) Siehe die Beschreibung der Pilze am Schluß der Abhandlung.

Gallen einige Zeit im feuchten Raume aufbewahrt wurden, bildeten sich die oben beschriebenen Pycniden, sofern nicht Schimmelpilze die Oberherrschaft erlangten. Es war freilich schwer, die Feuchtigkeitsverhältnisse im feuchten Raum so zu regeln, daß die Gallen einerseits nicht vertrockneten, andererseits nicht ganz von Schimmelpilzen überwuchert wurden.

Die ausschließlich oberflächlichen *Coniothyrium*-Pycniden sind allem Anschein nach Saprophyten, welche von dem allmählich absterbenden Gallengewebe Besitz ergreifen; sie finden sich auch an anderen absterbenden Teilen der Pflanze, z. B. an Axenteilen, reifen Früchten usw.

Die teils oberflächlichen, teils aus dem Innern hervorbrechenden *Macrophoma*-Pycniden treten nach meiner Erfahrung niemals an anderen Teilen als an Asphondylia-Gallen auf; soweit sie die Gallenwand durchbrechen, steht ihr Mycel mit dem Ambrosiamycel in unmittelbarem Zusammenhang. Auch die oberflächlich auftretenden *Macrophoma*-Pycniden leiten sich vom Ambrosiamycel ab.

Letzteres hat, wie bei der Ambrosiagalle auf *Coronilla emerus* (vgl. meine Beschreibung in Ambrosiapilze I) die Eigentümlichkeit, an der lebenden Galle eine der Innenwand anliegende, mehr oder weniger mächtige, aus säulenförmigen Pilzfäden bestehende Saugschicht zu bilden.

Intercellulare Haustorien werden, solange das Gallengewebe grün ist, nicht erzeugt. Dementsprechend löst sich an mikroskopischen Schnitten die Saugschicht von der Gallenwand häufig glatt ab. Erst wenn das Gallengewebe — nach dem Ausschlüpfen des Imagos — anfängt abzusterben, entsendet die Ambrosiasaugschicht zuerst intercellulare, später intracellulare Pilzhyphen in das Gallengewebe, und der Pilz dringt so bis zur Oberfläche der Galle vor, wo er dann Pycniden bildet.

Interessant ist schließlich noch festzustellen, in welchem Zahlenverhältnis die beiderlei Arten von Pycniden (*Coniothyrium* und *Macrophoma*) an den absterbenden Ambrosiagallen zueinander stehen.

Von einigen hundert Gallen, welche gesammelt worden waren, trugen

Macrophoma 124,
Coniothyrium 118.

Der Rest war — namentlich beim Liegen in der feuchten Kammer — von anderen Pilzen aufgezehrt worden. An einigen traten beide Arten von Pycniden nebeneinander auf.

2. Die Fruchtgalle der Asphondylia Mayeri auf *Sarothamnus scoparius*.

Diese in Kötzschenbroda in noch größerer Anzahl als die vorige vorkommende Galle eignete sich eben durch ihre Häufigkeit und bedeutendere Größe besser als irgend eine andere Ambrosiagalle dazu, um die Biologie der Symbionten zu studieren und die Artzugehörigkeit des Pilzes zu ermitteln. Die Fruchtgalle erscheint naturgemäß später als die Knospengalle, nämlich Ende Mai bis Anfang Juni, wenn die Frucht anfängt sich auszubilden. Um Wiederholungen zu vermeiden, möchte ich gleich vorausschicken, daß mit dieser Galle in vielen Hinsichten die gleichen Versuche und Erfahrungen gemacht wurden, wie mit der oben beschriebenen, nämlich:

a) Markierte Gallen wurden zerdrückt — um das Gallentier zu töten; nach 2—3 Wochen wurde beobachtet, daß viele der so behandelten Gallen ganz abgestorben waren (mit ihnen auch der Ambrosiapilz); von 22 am Leben gebliebenen Gallen (unter gleichzeitiger Tötung des Gallentiers) trugen allerdings 11 an der Innenwand oder an der Oberfläche Fruchtkörper von *Macrophoma*.

An den 11 anderen hatten sich *Coniothyrium*-Pycniden eingestellt. Während aber die letzteren deutlich der Gallenoberfläche aufsaßen, zeigten die ersteren unverkennbar Verbindung mit dem Ambrosiamycel.

Die Entstehung der *Coniothyrium*-Pycniden ist wohl zwanglos so zu erklären:

Durch den mechanischen Druck, welcher das Gallentier töten sollte, war auch das Gallengewebe stellenweise abgestorben, und an diesen toten Gewebepartien hatte sich das allverbreitete *Coniothyrium* angesiedelt.

Immerhin spricht dieser Versuch bis zu einem gewissen Grad dafür, daß bei Abtöten der Asphondylia-Larve der Ambrosiapilz leicht zur Pycnidenbildung (*Macrophoma*) übergeht.

b) Auch in den Fruchtgallen von *Sarothamnus scoparius* sind Inquilinen — und zwar anscheinend die gleichen wie in der Knospengalle — überaus häufig; stellenweise herrschen die Inquilinen derart vor, daß auf 5—15 von Inquilinen befallene Gallen nur etwa eine Galle kommt, in welcher die Asphondylia-Larve ihre Entwicklung ungestört durchmachen kann. Zuweilen ist das Verhältnis für das eigentliche Gallentier noch ungünstiger. Es wurde nicht beobachtet, daß jene Gallen, in welchen die Asphondylialarve den Inquilinen zum

Opfer gefallen war, etwa besonders häufig Pycniden der *Macrophoma* einschlossen. Auf das Verhalten der Inquilinen zum Ambrosiapilz komme ich später eingehender zurück.

Nachdem also auch hier äußere Eingriffe in die Entwicklung der Galle nicht bedingungslos die Fruktifikation des Ambrosiapilzes zur Folge hatten, wurde der gleiche Weg eingeschlagen, wie bei der Knospengalle, die Kultur auf künstlichem Substrat.

Auch hier machte ich wieder die Erfahrung, daß der Ambrosiapilz nicht in jedem Stadium der Entwicklung — wenn er auf ein künstliches Substrat übertragen wird — gedeiht. Sehr junge Mycelien und alte, dunkelgefärbte Mycelfragmente des Ambrosiabeleges sind häufig nicht zum Auswachsen zu bringen. Dagegen gelang es, auf folgende Weise ganz ausnahmslos den Pilz zu züchten:

Fruchtgallen tragende Zweige wurden in reines, täglich zu erneuerndes Wasser gestellt und mit einer Glasglocke bedeckt ins Gewächshaus gebracht. Infolge der energischen Wasseraufnahme durch die Zweige und der sehr herabgesetzten Transpiration der Gallen (unter der Glasglocke) füllte sich die Galle allmählich mit Wasser. Gleichzeitig fing der Ambrosiapilz an, sehr energisch zu wachsen und bildete mächtige, die Galle fast vollkommen auswachsende Mycelflocken, ohne daß dadurch (oder durch die Wasseranhäufung) das Gallentier getötet wurde.

Diese überaus turgescenten Mycelien wuchsen nun mit größter Leichtigkeit auf allen möglichen Substraten an. Ich habe keinen Fall beobachtet, in welchem die Weiterentwicklung auf künstlichem Substrat ausblieb. Am zweckmäßigsten ist es, diese wuchsfreudigen Mycelflocken zuerst in hängende Pfropfen von Gelatine oder Nährlösung zu übertragen und dann — wenn sie frische Mycelfäden gebildet haben — auf Brot, Gelatine oder sterilisierten *Sarothamnus*-zweigen weiterwachsen zu lassen.

In dieser Weise legte ich 64 sorgfältig verfolgte Kulturen an; das Resultat dieser mühsamen Arbeit ist folgendes:

In 40 Kulturen, d. i. 62,5 pCt., entstanden Pycniden der *Macrophoma*. Auch habituell stimmen diese Kulturen vollkommen überein mit aus *Macrophoma*-Conidien hervorgegangenen Kulturen. Das Mycel ist zuerst weiß, dann grau, schließlich schwarz. Die Conidienbildung wurde sehr gefördert, wenn die Kulturen bei Beginn der Pycnidenanlage ca. 8 Tage im Thermostaten bei 30° standen. War die Pycnidenbildung schon sehr vorgeschritten, so erwies sich die Temperaturerhöhung als erfolglos, die Pycniden blieben dann steril.

Häufig erfolgte die Bildung reifer, d. h. conidienhaltiger Pycniden auch außerhalb des Thermostaten, offenbar spielen dabei die jeweilige Temperatur, Wassergehalt des Substrats und andere Faktoren eine gewisse Rolle. Das Licht scheint für die Anlage und Ausbildung der Pycniden bedeutungslos zu sein.

Die übrigen 24 Kulturen enthielten andere Pilze, z. T. sterile Mycelien von verschiedener Färbung. Keiner dieser Pilze erweckte durch häufigeres oder gar regelmäßiges Auftreten den Anschein als ob er der gesuchte Ambrosiapilz wäre.

Alle machten den Eindruck von zufälligen Verunreinigungen. Das zeigte sich schon daran, daß die meisten derselben dauernd weiße (oder höchstens schwach rötliche, bräunliche) Mycelien bildeten, während ja das Mycel des echten Ambrosiapilzes (in der Galle) später grau und schließlich schwarz wird.

Offenbar haben auch die Pilzrasen der Ambrosiagallen ihre „Unkräuter" ähnlich wie die Ambrosiarasen der Holzbohrkäfer (vgl. NEGER II).

Der einzige dieser „Unkrautpilze", welcher wiederholt beobachtet wurde, war ein *Coniothyrium*, und zwar die gleiche Art, welche wir schon bei der Knospengalle der A. Genistae als „Unkraut" kennen gelernt haben und die auch sonst an abgestorbenen Pflanzenteilen von *Sarothamnus* überaus häufig ist. Es wurde 8 mal nachgewiesen was einem Prozentanteil von 12,5 pCt. gleichkommt. Das Mycel von *Coniothyrium* bleibt, wie schon oben erwähnt, andauernd weiß. Bei der Häufigkeit dieses Pilzes darf sein wiederholtes Auftreten in den Kulturen nicht wundernehmen. Außerdem wurde einmal *Botrytis cinerea* nachgewiesen. Die anderen Pilze waren, weil steril bleibend, nicht bestimmbar. Häufige Beimengungen sind ferner Hefepilze.

Aus diesem Resultat möchte ich die folgenden Schlüsse ziehen:

1. Der Ambrosiapilz der A. Mayeri ist eine *Macrophoma* (62 pCt. der Kulturen).
2. Der Prozentsatz an Verunreinigungen (37,5 pCt.) ist verhältnismäßig groß. Es ist nicht wahrscheinlich, daß alle diese fremden Pilze bei Anlage der Kulturen „durch Zufall" auf das künstliche Substrat gelangten. Viel wahrscheinlicher ist, daß viele derselben sich schon in der Galle, aus welcher das zur Weiterkultur entnommene Mycel stammte, enthalten waren und aus irgendeinem Grund den eigentlichen Ambrosiapilz überwucherten.

Das würde heißen: es kommt nicht selten vor, daß neben dem eigentlichen Ambrosiapilz — oder vielleicht sogar an Stelle desselben — irgendein fremder Pilz in der Galle zur Entwicklung gelangt.

Wenn Ambrosiagallen der Asph. Mayeri im feuchten Raum aufbewahrt werden, so überziehen sie sich schnell mit einer formenreichen Pilzflora (*Botrytis*, *Cephalothecium*, *Alternaria* u. a.). Wenn diese Aufbewahrung so geschieht, daß die Feuchtigkeit für die Entwicklung dieser Pilze nicht ausreicht, die Gallen aber doch nicht ganz dürr werden, dann kommt es vor, daß sich eine massenhafte *Macrophoma*-Fructification auf der Oberseite der Gallen einstellt. (Die Bedingungen hierfür zu verwirklichen, gelingt allerdings nicht ganz leicht.)

Ein derartiger am 27. Juni 1910 angelegter Versuch zeigte folgenden Verlauf:

Von 40 Gallen (zu je 5 in einem sterilen Gefäß aufbewahrt) waren nach 3 Wochen 21 Gallen mit mehr oder weniger zahlreichen *Macrophoma*-Pycniden (meist mit reifen Conidien) oberflächlich besetzt (vorwiegend im Umkreis der Gallenhöhlung)[1].

Von 40 *Sarothamnus*-Früchten (ohne Gallenbildung) war in einem Fall die spärliche Bildung von *Macrophoma*-Pycniden nachzuweisen.

Beide, sowohl Gallen wie Früchte, trugen außerdem massenhaft *Coniothyrium*-Pycniden.

Auch dieser Versuch (der mit ähnlichem Erfolg mehrfach wiederholt wurde) spricht dafür, daß der Ambrosiapilz der Asph. Mayeri eine *Macrophoma* ist, daß hingegen das *Coniothyrium* mit dem Ambrosiapilz nichts zu tun hat, sondern nur eine sehr verbreitete Beimengung darstellt.

Schließlich führe ich noch eine Beobachtung an, welche wohl überzeugender als alle anderen Argumente für die *Macrophoma*-Natur des Ambrosiapilzes der Asph. Mayeri spricht.

In der Zeit, während welcher das Ausschlüpfen der Asphon-

1) Die mikroskopische Untersuchung dieser Gallen ergab einige bemerkenswerte Eigentümlichkeiten. Die Pycniden werden in verschiedener Tiefe angelegt; in unmittelbarer Umgebung des Gallenraumes erstrecken sie sich bis zu beträchtlicher Tiefe des Gallengewebes (5—10 Zellschichten). Das Mycel, welches sich von der Ambrosiaschicht aus durch die ganze Galle hin ausbreitet, zeigt den für diesen Pilz charakteristischen vorwiegend intercellularen Verlauf überaus deutlich (Taf. XIV Fig. 3), namentlich nach Bleichung der Schnitte mittels JAVELLEscher Lauge und Färbung mittels Jod.

dylia-Mücken erfolgt — Mitte Juli bis Anfang August — kann ein aufmerksamer Beobachter an einer sehr großen Anzahl von noch grünen Fruchtgallen winzige braune Punkte wahrnehmen, welche entweder vereinzelt oder in einer Längsreihe angeordnet in unmittelbarer Nähe der Gallenhöhlung auftreten. Bei näherer Betrachtung erwiesen sich diese Punkte als feine die Zellenwand durchbohrende Kanäle, welche weiße, vielfach gewundene Ranken austreten lassen. Diese Ranken bestehen aus *Macrophoma*-Conidien. (Taf. XIV Fig. 1). Ein Schnitt durch eine derartige Galle lehrt, daß tatsächlich zwischen der Ambrosiaschicht — in unmittelbarem Zusammenhang damit — und der Gallenwand Pycniden angelegt werden, welche sich nach außen drängen (Taf. XIV Fig. 2) und schließlich — indem sie die Gallenwand durchbrechen — ihren Inhalt in Form weißer Conidienranken entleeren.

Natürlich wird dabei der oberste Teil der Gallenwand sehr häufig vorgewölbt, so daß kleine Höcker entstehen. Der von innen her tätige Druck hat offenbar den Tod einzelner vorgelagerter Zellen zur Folge und so erklärt sich, daß die bevorstehende Entleerung einer in der Tiefe angelegten Pycnide durch eine lokale Bräunung des grünen Gallengewebes angekündigt wird. Diese tief angelegten, das umgebende Gewebe durchbrechenden, weiße Sporenranken entleerenden Pycniden habe ich trotz sorgfältigsten Suchens niemals anderwärts gefunden, sondern stets nur an Fruchtgallen. Es kann demnach kein Zweifel bestehen, daß sie das Fruktifikationsorgan des Ambrosiapilzes darstellen.

Die von den Pycniden ausstrahlenden spärlichen Mycelfäden verlaufen anfangs nur intercellular: Pycniden und Conidien stimmen vollkommen überein mit den in Reinkulturen erzogenen Pycniden von *Macrophoma*.

Später in vorgeschrittener Jahreszeit treten die gleichen Pycniden auch oberflächlich an den vollkommen abgestorbenen Fruchtgallen auf. Daneben zeigen sich massenhaft *Coniothyrium* Pycniden, welche an den grünen Gallen niemals beobachtet werden (außer wo das Gewebe lokal abgestorben ist).

Das Mycel der *Coniothyrium*-Pycniden verläuft vorwiegend intercellular und steht mit der Ambrosiaschicht nicht in Zusammenhang. (Taf. XIV Fig. 4.) *Coniothyrium*-Pycniden finden sich außerdem überall an abgestorbenen Pflanzenteilen von Besenginster; so beobachtete ich dieselben auch an den kultivierten Besensträuchern des Tharandter Botanischen Gartens, wo die Asphondyliagalle vollkommen fehlt.

3. Die Knospengalle auf *Coronilla Emerus*.

Diese Galle habe ich zuerst (s. Ambrosiapilze I) eingehend studiert und in zahlreichen Fällen den zugehörigen Pilz zu kultivieren versucht. Auch hier gilt, daß der Pilz auf künstlichen Nährboden schwer anwächst; wo er aber zur Entwicklung kommt, bildet er Kulturen, deren Mycel zuerst weiß, dann grau, zuletzt schwarz ist, und unter Umständen auch Pycniden bildet, welche lange spindelförmige Conidien — nämlich *Macrophoma*-Conidien — einschließen. Es kommt gerade bei dieser Galle ziemlich häufig vor, daß Pycniden auch im Innern der Galle — wenn dieselbe

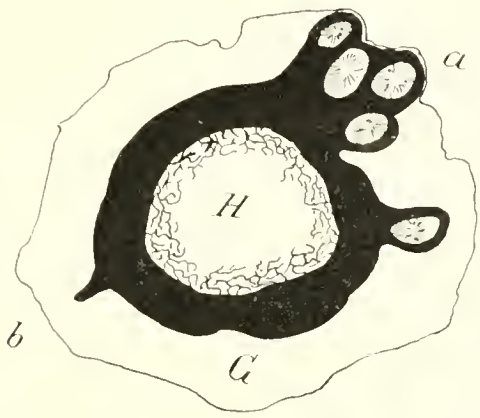


Fig. 2.

Emerusgalle im Querschnitt. Durchbrechung der Gallenwand (G) durch das Ambrosiamycel (b) und Anlage der Macrophomapycniden (a), schematisiert Vergr. 15.)

noch grün ist — auftreten[1]), und diese Pycniden sind durchaus gleich jenen in künstlichen Kulturen des Ambrosiapilzes gewachsenen. Ihr Zusammenhang mit dem Ambrosiamycel ist unzweifelhaft. Die Pycniden durchbrechen häufig die Gallenwand. (S. Fig. 2.)

Von größtem Interesse ist nun die folgende Beobachtung.

Es kam mir darauf an, zu ermitteln, ob überall da, wo die Galle vorkommt, ein und derselbe Pilz vorhanden ist, und ich unternahm deshalb zu diesem Zweck verschiedene Reisen nach Südeuropa und legte Kulturen des Pilzes an, nämlich:

1) Auch dann, wenn diese Gallen mäßig feucht aufbewahrt werden, bedeckt sich ihre Oberfläche häufig mit *Macrophoma*-Pycniden.

a) in Miramar bei Triest,
b) in Ragusa (Dalmatien),
c) in Lussingrande (Insel Lussin),
d) in Bozen (Südtirol).

Das Resultat ist kurz folgendes:

Der Pilz ist in allen Fällen der gleiche. An allen genannten Örtlichkeiten fand ich auch vereinzelt die gleiche Fruktifikation im Innern der Galle, nämlich *Macrophoma*.

Diese Tatsache scheint mir zu beweisen, daß zwischen der Asphondylia und dem Pilz eine überaus enge und streng geregelte Symbiose besteht, der Pilz folgt der Asphondylia überall hin, oder besser gesagt, die Asphondylia trennt sich nicht von ihrem Ambrosiapilz, es ist ihr offenbar nicht gleichgültig, welchen Pilz sie in ihrer Galle züchtet.

4. Beziehungen der drei auf Leguminosen (*Coronilla*, *Sarothamnus*) lebenden Asphondyliagallen zueinander.

Herr Prof. KIEFFER hatte die Güte, die drei Asphondylia-Arten zu untersuchen und teilte mir folgendes mit:

Höchstwahrscheinlich gehören alle drei einer und derselben Art an, welche er als Asphondylia sarothamni H. Lw. bezeichnet.

Ich möchte andererseits vom mykologischen Standpunkt aus behaupten: die zugehörigen Pilze sind gleichfalls identisch, was aus folgendem hervorgeht:

a) Habitus, Farbe, Wachstumsweise der drei Pilze stimmen vollkommen überein.
b) Der Geruch aller drei Pilze in Reinkulturen auf sterilisierten Pflanzenteilen ist sehr charakteristisch — nämlich nach trocknenden, etwas in Gärung übergegangenen Tabaksblättern.
c) Alle drei Pilze haben — oft in einer und derselben Pycnide — sowohl langgestreckte, spindelförmige als auch mehr weniger abgerundete, tränenförmige, sowohl (vorwiegend) farblose als (seltener) hellgelbbraun gefärbte Conidien. Auch hinsichtlich der Sporengröße bestehen keine durchgreifenden Unterschiede. (Fig. 3.)

Somit kann als höchstwahrscheinlich der Satz aufgestellt werden:

Die auf *Sarothamnus* und *Coronilla* lebende Asphondylia ist weit verbreitet (Mitteldeutschland, Südeuropa) und kultiviert überall, wo sie auftritt, den gleichen Pilz als Ambrosia.

b) Beziehungen der Inquilinen zu den Ambrosiapilzen.

Wie schon erwähnt, sind die Ambrosiagallen auf Besenginster sehr häufig von Inquilinen heimgesucht. Zwei der häufigsten habe ich aus der Fruchtgalle gezogen und Herrn Prof. KIEFFER zur

Fig. 3. (Vergr. 300)

Conidienformen des Ambrosiapilzes (*Macrophoma Coronillae*): 1. und 2. von der Emerus-Galle, a) aus einer Reinkultur der Ambrosia, b) aus Pycniden im Innern der Galle (Ragusa), 1. von Ragusa, 2. von Miramar.

3. von der Knospengalle auf *Sarothamnus scoparius*: a) und b) aus Pycniden an der Oberfläche einer vom Gallentier verlassenen Galle; bei b) teilweise gefärbte Conidien.

4. von der Fruchtgalle auf *Sarothamnus scoparius*. a) aus einer im Innern der Galle entstandenen Pycnide, b) aus einer in Reinkultur gezogenen Pycnide, c) aus einer die Gallenwand durchbrechenden Sporenranke.

Bestimmung übersandt; es sind die schon oben erwähnten Hymenopteren:

Tetrastichus flavovarius Nees

und Eurytoma dentata Mayr.

Es sei hier gleich erwähnt, daß die in der Knospengalle auf-

tretenden häufigsten Inquilinen allem Anschein nach die gleichen sind wie diejenigen der Fruchtgalle.

Auch in der Knospengalle auf *Coronilla Emerus* beobachtete ich Inquilinen und, wie mir scheint — eine nähere Untersuchung wäre wünschenswert — sind auch diese von den oben genannten Arten nicht verschieden.

Interessant ist nun das Verhalten dieser Tiere zum Ambrosiapilz.

Dieselben sind ja Parasiten an oder in der Asphondylia-Larve und als solche an tierische Nahrung angepaßt. Die erstgenannte Art, welche meist in größerer Individuenanzahl vertreten ist, scheint dabei zeitlebens zu verharren. Vielleicht hängt in vielen Fällen damit zusammen, daß der die Galle auskleidende Pilzbeleg auffallend lange weiß bleibt. Wenigstens beobachtete ich fast ausnahmslos in Gallen, welche von diesen Inquilinen bewohnt sind, daß das Mycel sehr lange seine weiße Farbe behält, also offenbar spät erst die für das Altern charakteristische dunkle Farbe annimmt. Anders verhält sich die Larve von Eurytoma dentata. Dieses viel größere Tier — es ist dicker als die Asphondylia — geht, nachdem ihm die Asphondylia zum Opfer gefallen ist — anstandslos und regelmäßig zur Pilznahrung über und richtet in den Pilzrasen der Galle noch viel größere Verwüstungen an als die Asphondylia selbst.

Das ist nicht wunderbar; sie ist — im Gegensatz zur Asphondylia mit viel kräftigeren Mundwerkzeugen ausgerüstet und vermag — während die Asphondylia-Larve nur saugt — den Pilzrasen richtig abzuweiden. Das tut sie in der Tat — wie aus den im Darmkanal der Larven leicht nachweisbaren Mycelfetzen hervorgeht —, und die Folge davon ist, daß der Pilzbeleg in Gallen, wo die Eurytoma-Larve bis zur Verpuppung gelangt ist, eine intensiv schwarze Färbung zeigt. Die mikroskopische Untersuchung läßt erkennen, daß hier zahlreiche Mycelfäden abgebissen und dann verwelkt sind und ihr Inhalt daher geschwärzt ist.

Daß der Ambrosiapilz infolge seines außerordentlich hohen Gehalts an Glycogen sowohl der Asphondylia wie der Eurytoma eine schmackhafte und kräftige Nahrung gewährt, darf kaum bezweifelt werden.

c) Einschleppung des Pilzes in die Galle.

Die Frage, in welcher Weise der Ambrosiapilz in die Galle gelangt, zu entscheiden, hat außerordentliche Mühe gekostet. Leider

kann dieser Vorgang als noch nicht lückenlos aufgeklärt bezeichnet werden.

Von vornherein wäre an folgende Möglichkeiten zu denken:

1. Der Pilz wächst aus dem umgebenden Gewebe in den Gallenraum hinein.

Dies trifft sicher nicht zu, denn sowohl bei den *Sarothamnus*-Ambrosiagallen als auch bei der *Emerus*-Galle habe ich (z. T. an Serienschnitten) mit Sicherheit nachweisen können, daß eine Verbindung zwischen dem jungen Ambrosiamycel und umgebendem Gallengewebe nicht besteht. In sehr jungen Gallenanlagen liegen ein oder mehrere winzige Pilzflöckchen der Gallenwand lose an und lassen sich mit einer Nadel leicht abheben.

2. Die Einführung des Pilzes (in Form von Sporen) wird dem Zufall überlassen.

Dagegen sprechen zahlreiche Gründe; u. a. die außerordentliche Regelmäßigkeit des Auftretens des Pilzbeleges (unter vielen Hunderten von Gallen entbehrt oft kaum eine des Pilzes), ferner der Umstand, daß in sehr jungen als solche äußerlich kaum erkennbaren Knospengallen von *Sarothamnus* stets nur ein oder wenige winzige Ambrosia-Mycelflöckchen an der tiefsten Stelle der Knospe, nämlich nahe dem Vegetationspunkt liegt, während in den übrigen Teilen der Knospe keine Spur davon zu sehen ist.

Wie sollte eine Spore durch den Zufall mit so mathematischer Regelmäßigkeit nahe an den Vegetationspunkt gelangen, ohne daß gleichzeitig an anderen Stellen der Knospe Mycelbildungen auftreten?

3. Es bleibt demnach nur die eine Möglichkeit: Der Pilz wird durch das Muttertier eingeschleppt. Dies könnte in zweifacher Weise zur Ausführung gelangen:

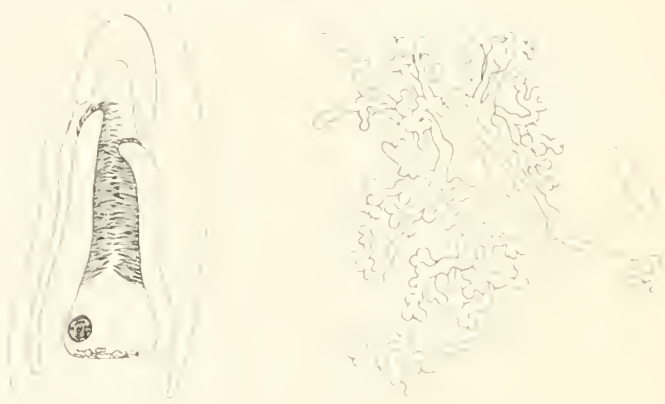
a) Das Muttertier fügt dem mittels der Legeröhre in der Knospe abgelegten Ei ein Mycelflöckchen aus der alten Galle bei — ein an sich wenig wahrscheinlicher, kaum durchführbarer Vorgang.

In der Tat trifft auch diese Annahme nicht zu. Denn die winzigen Mycelflöckchen in embryonalen Gallen sind nicht aus altem, dunklem Mycel, sondern aus farblosen Sporen hervorgegangen.

b) Es bleibt demnach nur noch die eine Möglichkeit. Der Pilz wird vom Muttertier in Form von Conidien eingeschleppt.

Daß dem so ist, geht aus folgenden Beobachtungen hervor: Junge Gallen von *Coronilla Emerus* — ich sammelte solche

Ende September 1910 bei Bozen — enthalten stets ein oder mehrere winzige schneeweiße Mycelflöckchen. In einigen Fällen — wo diese Mycelflöckchen noch außerordentlich klein waren — konnte ihre Entstehung aus einer langgestreckten Conidie nachgewiesen werden. Leider gelang es in keinem Fall, die Anwesenheit von unausgekeimten Conidien mit Sicherheit zu beobachten. In einigen Mycelflöckchen fand ich zwar längliche spindelförmige Gebilde, welche den Eindruck von *Macrophoma*-Conidien machten. Indessen finden sich an den jungen Ambrosiaflöckchen zuweilen spindelförmige Mycelglieder, so daß eine Verwechselung mit diesen nicht ganz ausgeschlossen ist.



a b

Fig. 4.

a) Längsschnitt durch eine embryonale Knospengalle auf *Sarothamnus*, oben durch Haare geschlossen. Am Grund der Galle Querschnitt durch die Asphondylialarve und die embryonale Ambrosia. (Vergr. 21.5.)

b) Ambrosiapilz der Knospengalle (auf *Sarothamnus*) im Zustand der Ueberwinterung. Die Entstehung des kurzgliedrigen, unseptierten Mycels aus einer Macrophomaconidie ist deutlich erkennbar. Links davon im Vergleich dazu eine Macrophomaconidie. (Vergr. 300.)

Das fast vollkommene Fehlen von unausgekeimten Sporen in jungen Gallen — ich habe einige Hundert daraufhin untersucht — beweist, daß die Keimungsbedingungen im Innern der jungen Gallen überaus günstig sind.

Junge Knospengallen von *Sarothamnus scoparius*, wie ich sie Anfang Oktober 1910 bei Kötzschenbroda sammelte, ergaben durchaus das gleiche Resultat wie die oben beschriebenen Gallenanlagen auf *C. Emerus*.

Diese Gallen sind äußerlich noch nicht sichtbar, sondern nur daran zu erkennen, daß die betreffenden Knospen etwas größer sind als die normalen[1]). Schlägt man an diesen Knospen die äußeren und mittleren Knospenschuppen zurück, so stößt (Präpariermikroskop!) man schließlich auf eine etwa mohnkorngroße Gallenanlage neben dem Vegetationspunkt.

Diese embryonale Galle kommt dadurch zustande, daß eine der inneren Blattanlagen kräftiger wächst und sich um das Gallentier tütenförmig schließt. Die obere röhrenförmige Öffnung dieser Gallenanlage ist zunächst durch einen starken Haarfilz geschlossen. (Fig. 4a.) Im Innern der jugendlichen Galle fanden sich in allen von mir untersuchten Fällen — ich präparierte einige Hundert Exemplare — ein oder wenige winzige weiße Mycelflöckchen. Conidien konnte ich auch in diesem Fall nur äußerst selten, und auch dann nicht ganz zweifellos, entdecken; dagegen hatte ich auch bei dieser Galle häufig den Eindruck, daß die — mit bloßem Auge kaum sichtbaren — Ambrosiaflöckchen aus langgestreckten Conidien hervorgegangen seien.

Vollkommen deutlich war dies allerdings nur selten wahrzunehmen, nämlich dann, wenn zuerst ein langgestrecktes Mycel entsteht und aus diesem erst die eigentümliche kurzgliedrige Ambrosia entspringt. Durchaus einwandfrei war es, an dem in Fig. 4b (mittels des Zeichenapparats) naturgetreu kopierten Mycelflöckchen zu erkennen[2]).

In weitaus den meisten anderen Fällen ist von den Sporen nichts mehr zu erkennen, weil dieselben von den umgebenden Ambrosiamycelknäueln verdeckt sind.

---

1) Der von dem abgesetzten Ei ausgehende Reiz hat offenbar zunächst eine Förderung der Knospenentfaltung zur Folge. Später dürfte der entgegengesetzte Vorgang einsetzen. Wenn sich im nächsten Frühjahr die Galle weiter entwickelt, absorbiert sie dermaßen die zur Verfügung stehenden Bildungsstoffe, daß der Vegetationspunkt die Knospe verkümmert.

2) In der feuchten Kammer im hängenden Wassertropfen (oder auch schon in feuchter Luft) keimen *Macrophoma*-Conidien in der Weise aus, daß zunächst 2 (selten 1 oder 3) Querwände entstehen, und dann die beiden spitzen Enden (oder nur eine derselben) zu Mycel auswachsen (wie in Fig. 4b). Seltener treten auch seitliche Keimschläuche auf. In Nährlösung erfolgt die Keimung viel besser als in Wasser. Neben dieser die Regel bildenden Keimung beobachtete ich zuweilen noch eine zweite Art der Keimung, welche insofern von besonderem Interesse ist, als ich ihre Spuren auch in den jungen Knospengallen auf *Sarothamnus* entdeckte. Sie besteht darin, daß (bei der Keimung in Wasser) an der Spore selbst — meist seitlich — oder an einem Keimschlauch, sofort wieder neue Conidien von gleicher Gestalt, aber geringeren Dimensionen (Länge und Breite ca. $^1/_4$ der in Pycniden entstandenen

Auffallend an diesem embryonalen Ambrosiamycel ist, daß alle Querwände fehlen, nur in der auskeimenden Spore werden Querwände angelegt.

Es lag nahe, durch Untersuchung von in Serien angeordneten Microtomschnitten durch die embryonale Galle (parallel zur Längsachse) einen tieferen Einblick in die Organisation derselben zu gewinnen. Ich untersuchte mehrere derartige Schnittserien, konnte aber eigentlich nur negative Erfolge verzeichnen; d. h. weder Conidien noch Mycel finden sich außerhalb der Gallenanlage, auch im Innern derselben ist von nicht ausgekeimten Conidien keine Spur zu entdecken.

Das jugendliche Ambrosiamycel schmiegt sich der Gallenwand eng an, dringt aber — in diesem Stadium der Entwicklung — in das Innere des Gewebes nicht ein. Daß die Conidien gemeinsam mit dem Ei an der innersten Stelle der Knospe abgelegt werden, scheint mir noch aus der nachfolgenden Beobachtung hervorzugehen: In einigen wenigen Fällen fand ich an der Innenseite einer Knospenschuppe ein helles Klümpchen, welches sich bei mikroskopischer Untersuchung als ein tierisches Gebilde (Ei?), an welchem zahlreiche *Macrophoma*-Conidien hafteten, erwies. Wir dürfen wohl annehmen, daß es sich hier um „verunglückte" Asphondyliaeier handelt, sei es, daß das Muttertier bei der Eiablage gestört wurde, sei es, daß es mit der Legeröhre nicht bis an den Vegetationspunkt gelangte. Bewunderungswert ist jedenfalls, mit welcher Sicherheit und Exaktheit der Mechanismus dieser Anpassung arbeitet.

Trotzdem daß die Ei- und Conidienablage an einer schwer zugänglichen Stelle der Knospe stattfindet, fehlt nach meinen bisherigen Beobachtungen der Pilz in keiner Gallenanlage.

Wenn — was immerhin sehr selten der Fall ist — in älteren Ambrosiagallen vom Pilz nichts zu sehen ist, so ist dies nur so zu erklären, daß der Pilz aus irgendeinem Grund in der Entwicklung zurückgeblieben ist.

Auf welche Weise aber das Muttertier es fertig bringt, das abzulegende Ei zuerst mit *Macrophoma*-Conidien[1]) gewissermaßen zu

Conidien, entstehen. Ich möchte diese Sekundärconidien als Microconidien bezeichnen. Die gleichen Bildungen fand ich wiederholt im Innern von embryonalen Knospengallen des Besenginsters. Die Microconidien scheinen schlecht zu keimen.

1) Daß meist nicht eine sondern mehrere Conidien dem Ei beigegeben werden, ist offenbar, da in den jungen Gallen in der Regel mehrere regellos verteilte — aus mehreren Conidien entstandene — Mycelflöckchen beobachtet werden. Der Vorteil dieser Einrichtung für die Sicherung der Pilznahrung leuchtet ohne weiteres ein.

infizieren, das entzieht sich vorerst noch vollkommen unserer Einsicht. (Versuche, welche ich anstellte, auch dieser Frage auf experimentellem Weg näherzutreten, stießen auf unüberwindliche Schwierigkeiten:

1. Die ausgeschlüpften Gallmücken ertragen die Gefangenschaft nicht, sie gehen auch in den für Insektenzucht sonst üblichen Zwingern bald zugrunde.
2. Äußerste Seltenheit der ♀. [Die Gallmücke der *Sarothamnus*-fruchtgalle habe ich in großen Mengen gezüchtet; da aber die Inquilinen einen großen Teil der Asphondylialarven töten, so kommen vielleicht auf je 10—20 Gallen nur eine, in welcher die Asphondylia das Imagostadium erreicht; von 30—40 ausgeschlüpften Asphondyliamücken ist aber höchstens eine ♀, die anderen alle ♂, so daß also im ganzen unter Umständen auf 400—800 Gallen eben ein ♀ kommt.])

Erwähnenswert scheint mir, daß der Zeitpunkt des Ausschlüpfens der Gallmücken genau zusammenfällt mit der Zeit, in welcher die oben beschriebenen die Gallenwand durchbrechenden Conidienranken von *Macrophoma* auftreten. Es wäre also immerhin denkbar, daß das Muttertier, vor der Eiablage, ihre Legeröhre mit den in eine schleimige Masse eingebetteten *Macrophoma*-Conidien belädt. Dieser Zeitpunkt ist für die *Sarothamnus*knospengalle Ende Mai, für die *Sarothamnus*fruchtgalle Anfang August.

Biologisch interessant ist endlich die aus diesen Beobachtungen hervorgehende Tatsache, daß sowohl das Gallentier, als auch der Ambrosiapilz nicht im Ruhestadium (Ei bzw. Spore) überwintern, sondern schon im Herbst auskriecht bzw. keimt. Der ausgezeichnete Schutz, den beide in der schon im Herbst angelegten Galle genießen, erlaubt ihnen diese frühzeitige Weiterentwicklung. Für die *Coronillacmerus*-Galle, die nur in Südeuropa vorkommt, ist die Gefahr des Kältetodes im dortigen milden Winter ohnehin gering; ob die *Sarothamnus*-Fruchtgalle auch schon im Herbst angelegt wird, scheint mir zweifelhaft, da Blütenknospen in dieser Jahreszeit nur in geringer Menge angelegt sind; die meisten Blütenknospen entwickeln sich erst im Laufe des Frühjahrs; und da das Auftreten der ersten Fruchtknotengallen zeitlich fast zusammenfällt mit dem Anschlüpfen der Gallmücken aus den Knospengallen- und der Conidienrankenentleerung an letzteren, so durfte das die Fruchtgalle bewohnende Insekt die zweite Generation der knospengallenbildenden Asphondylia sein.

Zusammenfassung.

1. Der Ambrosiapilz der Asphondyliagallen auf *Sarothamnus* und *Coronilla emeroides* ist bestimmt eine *Macrophoma*.

2. Höchstwahrscheinlich gehören die diese Gallen verursachenden Tiere einer und derselben Art (A. Sarothamni) an, ebenso sind die zugehörigen Pilze spezifisch nicht verschieden.

3. Hieraus ergibt sich — in Anbetracht der weiten geographischen Verbreitung dieser Gallen —, daß die Symbiose zwischen Tier und Pilz überaus innig und fest geregelt sein muß.

4. Dies geht auch daraus hervor, mit welcher Sicherheit der Mechanismus dieser Anpassung funktioniert: gleichzeitige Ablage von Ei und Pilzsporen in einer versteckten Blattanlage der Winterknospe.

5. Die Asphondylia überwintert nicht als Ei sondern als Larve, der Ambrosiapilz entsprechenderweise nicht als Spore, sondern als kurzgliedriges, unseptiertes, reich verzweigtes Mycel.

6. Die Pilzrasen der Asphondylia-Gallen sind viel weniger Verunreinigungen ausgesetzt als die Pilzrasen der Ambrosiakäfer. Als solche kommen in Betracht: Hefepilze, sowie ein auf der Nährpflanze überaus verbreiteter Pycnidenpilz: *Coniothyrium leguminum*, sehr selten gewöhnliche Schimmelpilze wie *Botrytis* u. a.

7. Die Inquilinen verhalten sich dem Pilz gegenüber verschieden; die einen greifen ihn anscheinend nicht an, andere weiden ihn, nachdem sie die Asphondylialarve ausgesogen haben, mit großer Begierde ab.

8. Von welchen Faktoren die Pycnidenbildung des Pilzes im Innern der noch grünen, vom Gallentier bewohnten Galle abhängt konnte nicht ermittelt werden. Der Tod der Larve in solchen „fructifizierenden" Gallen scheint weniger Ursache als vielmehr Folge der Pycnidenbildung zu sein.

Anhang.

Systematische Beschreibung der in Frage kommenden Pilze.

In meiner ersten Mitteilung über Ambrosiapilze habe ich den Pilz der *Emerus*-Galle bezeichnet als *Macrophoma Coronillae Emeri* n. sp.

Herr Prof. VON HOHNEL, welcher die Güte hatte, die hier in Betracht kommenden Pilze zu untersuchen, teilte mir nun folgendes mit:

„Ich glaube, daß *Sphaeria Coronillae* Desm. derselbe Pilz ist"

s. c. wie der in der *Emerus*-Galle häufig pycnidenbildende Ambrosiapilz.

Nach VON HÖHNEL ist *Sphaeria Coronillae* jetzt als *Macrophoma Coronillae* zu bezeichnen; ferner gibt Herr Prof. VON HÖHNEL zu, daß auch die in den *Sarothamnus*-Ambrosiagallen auftretenden *Macrophoma*-Arten von dem Ambrosiapilz der *Emerus*-Galle spezifisch nicht zu trennen sind.

Auf die Synonymiefrage der alten *Sphaeria Coronillae* Desm. weiter einzugehen, ist hier nicht der Platz. Dieselbe ist von Prof. VON HÖHNEL in verschiedenen seiner mycologischen Fragmente behandelt worden (Nr. 265, 341).

Beschreibung der

Macrophoma Coronillae (Desm.) Neger.

Pycniden von sehr verschiedener Ausbildung, je nachdem sie im Innern der Galle oder an der Oberfläche derselben angelegt werden; im ersteren Fall erreichen sie sehr beträchtliche Dimensionen (bis 50 μ), sonst schwankt der Durchmesser zwischen 120 und 160 μ.

Bei der Reife öffnen sich die Pycniden und lassen die Conidien in langen gewundenen Ranken austreten. Form, Größe und Farbe dieser Conidien ist großen Schwankungen unterworfen.

Die Regel ist, daß sie an beiden Enden zugespitzt sind, seltener ist der Umriß tränenförmig, flaschenförmig oder oval; die Größe schwankt zwischen 13 und 45 μ in der Länge, und zwischen 5 und 12 μ in der Breite. (Vgl. Fig. 3.)

In weitaus den meisten Fällen sind die Conidien farblos, ziemlich selten sind den letzteren rauchgrau oder bräunlich gefärbte Sporen beigemengt.

Ausnahmsweise treten in den Conidien auch 1—3 Querwände auf (namentlich in den gefärbten). Die verschiedenen Sporentypen sind auf einzelne Pycniden beschränkt, nicht selten aber enthält eine Pycnide Conidien der verschiedensten Form, Größe und Färbung in bunter Mischung.

Das auf alten Ambrosiagallen von *Sarothamnus* häufig auftretende *Coniothyrium leguminum* Rabenh. (dessen Mycel und Pycniden zuweilen auch in den Kulturen des Ambrosiapilzes auftraten) ist durch kleinere Pycniden (90—100 μ diam.) rundliche, bis elliptische, reif olivengrüne Conidien von 4—5 μ Länge und 2—3 μ Breite ausgezeichnet. Das Mycel bleibt in (Reinkulturen) andauernd weiß und bildet auch auf künstlichen Substraten mit Leichtigkeit schwarze punktförmige Pycniden.

Literatur.

1. BACCARINI, Sopra un curioso cecidio della *Capparis spinosa*. Malpighia Vol. II. 1893.
2. BACCARINI, Sui micozoocecidii od „Ambrosiagallen". Bull. Soc. bot. ital. 1909.
3. BARGAGLI-PETRUCCI, Il micozoocecidio del *Verbascum*. Nuovo giornale bot. ital. (n. Ser.) Vol. XII. 1905.
4. BEAUVERIE, Les champignons dites Ambrosia. Annales Sc. nat. Bot. IX. Ser. Bd. XI. 1910.
5. NEGER, Ambrosiapilze I. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 26a. 1908.
6. „ „ II. „ „ „ „ „ 27. 1909.
7. TROTTER, Nuove ricerche sui micromiceti delle galle e sulla natura dei loro rapporti ecologici. Annales mycologici Bd. III. 1905

Erklärung der Tafel XIV.

1. Fruchtgalle von *Sarothamnus scoparius* nach dem Ausschlüpfen der Gallmücke; gleichzeitig durchbrechen die Pycniden des Ambrosinpilzes (*Macrophoma*) die Gallenwand und lassen lange weiße Conidienranken austreten. (Vergr. ca 3.)
2. Dito, im Querschnitt; Anlage der Pycniden, Durchbohrung der Gallenwand Bräunung der angrenzenden Zellen des Zellengewebes. (Vergr. ca. 200.)
3. Dito, intercellularar Verlauf einzelner Mycelfäden der „Saugschicht" des Ambrosiapilzes. (Vergr. ca. 250.)
4. Pycnide des *Coniothyrium leguminum*; steht mit der Saugschicht des Ambrosiamycels nicht in Zusammenhang. (Vergr. ca. 250.)

63. F. Czapek: Über die Oberflächenspannung und den Lipoidgehalt der Plasmahaut in lebenden Pflanzenzellen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 18 November 1910.)

In Heft 5 des laufenden Jahrganges dieser Berichte habe ich zuerst kurz über Beobachtungen referiert, welche sich auf die Erregung von Exosmose aus Pflanzenzellen, verursacht durch abnorme Durchlässigkeit der Plasmahaut unter dem Einflusse von verschiedenen Substanzen bezogen. Es findet sich daselbst bereits das Ergebnis hervorgehoben, daß sehr zahlreiche wasserlösliche Stoffe, welche die Eigenschaft haben, die Oberflächenspannung des Wassers stark herabzusetzen, die Exosmose von Zellinhaltsstoffen durch die Plasmahaut allemal dann hervorzurufen beginnen, wenn

die Oberflächentension der Lösung etwa den Grenzwert 0,68, bezogen auf die Tension des Wassers gleich 1, erreicht hat.

Gesetzmäßige Beziehungen zwischen Oberflächentension und physiologischer Wirkung wurden nun bereits von J. TRAUBE[1]) auf Grund eigener Versuche und der Angaben einer Reihe von anderen Forschern für die primären einwertigen Alkohole der Fettreihe, sowie für Ester dieser Alkohole mit Säuren der Essigsäure-Reihe aufgefunden. Es hatte sich herausgestellt, daß die Giftwirkung dieser Substanzen in der homologen Reihe in demselben Verhältnis wuchs, wie die capillare Wirksamkeit, nämlich zunehmend mit dem Coefficienten 3. So ist das nächst höhere Glied der Alkoholreihe dreimal so stark capillar wirksam und dreimal so stark giftig, wie das nächst vorhergehende. Daraus folgt, daß alle Alkohole und Ester in aequicapillaren Lösungen ihre Giftigkeitsgrenze überschreiten.

Diese interessanten und wichtigen Beziehungen wurden durch FÜHNER und NEUBAUER[2]) für die hämolytische Wirkung der Alkohole, sowie durch J. LOEB[3]) für die Wirkung der Alkohole auf den Heliotropismus von Copepoden vollinhaltlich bestätigt.

Das Überraschende unserer Beobachtungen lag nun vor allem darin, daß sich das Gesetz von der Coincidenz der Grenze für physiologische und capillare Wirkung nicht nur auf die Glieder von homologen Reihen erstreckte, sondern die gefundene Grenze der physiologischen Wirkung sich in höchstem Maße unabhängig von der chemischen Natur der dargereichten Substanz erwies.

Ich habe deshalb diese Beobachtungen möglichst weit ausgedehnt, um die Tragweite der gefundenen gesetzmäßigen Beziehungen näher zu prüfen, welche im Falle der Bestätigung nur in der Bedeutung des osmotischen Wertes chemisch differenter Stoffe für den physiologischen Effekt auf die lebende Zelle ein Seitenstück besitzen würden.

Das nächste Ziel war die Ausarbeitung einer bequemen und hinreichend genauen Methode zur Bestimmung der Oberflächenspannung der zur Untersuchung kommenden Lösungen. Die Benutzung der capillaren Steighöhe als Maß der Oberflächenspannung empfahl sich nicht, weil viele Stoffe sich zu langsam auf den Gleichgewichtspunkt einstellen, und flüchtige Substanzen, mit denen ich es so häufig zu tun hatte, namhafte Fehler durch Verdampfung

1) J. TRAUBE, Bericht. Deutsch Physikal. Gesellsch. 1904, S. 326.

2) H. FÜHNER und E. NEUBAUER, Zentralbl. f. Physiologie, Bd. 20, S. 117, 1906, und Arch. f. exper. Pathol., Bd. 56, S. 333, 1907.

3) J. LOEB, Biochem. Zeitschr., Bd. 23, S. 93, 1909.

erzeugen. Auch die von TRAUBE eingeführte stalagmometrische Methode, welche die Zahl der Tropfen aus einem abgemessenen Flüssigkeitsvolum bestimmt, erwies sich bei einem Teile der zu untersuchenden Stoffe nicht als empfehlenswert. Hingegen erzielte ich gute Resultate mit einem kleinen Apparat, welcher von mir nach dem Prinzipe des Durchpressens von Luftblasen durch die zu untersuchende Flüssigkeit konstruiert wurde, und diesen Druck mit Hilfe eines Wassermanometers mißt. Die Methode läßt natürlich nur relative Messungen zu, und man hat sich einer Vergleichssubstanz zu bedienen, als welche wegen der hohen Oberflächentension vor allem das Wasser in Betracht kommt, das leider den großen Nachteil hat, schon durch minimale Beimengungen unlöslicher Fette eine bedeutende Erniedrigung seiner Oberflächenspannung zu erfahren.

Mein „Capillar-Manometer" besteht aus einem etwa 30 cm langen Manometerrohr, welches in seiner Biegung mit einem Glashahn zum Ablassen des Wassers versehen ist. Der kürzere Schenkel ist mit einer zweiten U-förmigen Biegung versehen, deren abwärts gerichteter Schenkel an seinem Ende in die Capillare ausläuft. Die Capillare selbst ist nur 2 mm lang, von einem Durchmesser von etwa 1 mm, so daß sie einem Überdrucke von etwas über 50 mm Wasser das Gleichgewicht hält. Die Mündung dieser Capillare wird in die zu untersuchende Flüssigkeit eingetaucht, wobei die Tiefe des Capillarenendes unter dem äußeren Niveau mit Hilfe einer Lupe genau eingestellt werden muß. Die Tiefe selbst ist gleichgültig. Ich wählte 2 mm und hatte die grobe Einstellung dadurch sehr erleichtert, daß an dem Gläschen, das zur Aufnahme der Flüssigkeit dient, eine Millimeterteilung angebracht war, bis zu deren Nullpunkt die Flüssigkeit eingefüllt wurde. Die Niveaudifferenz im Wassermanometer wird an einer Porzellanskala in Millimetern oder halben Millimetern abgelesen. Zweckmäßig läßt man das Wasser bis zur Erzielung des Überdruckes aus einem feinen Glashahn in dem gewünschten Tempo automatisch zufließen und bestimmt den Moment, in welchem die Luftblase aus der Capillare austritt. Bei den verwendeten Dimensionen des Apparates ist die Genauigkeit der Bestimmung 1 pCt. Daß man die Temperatur genau zu berücksichtigen hat, ist selbstverständlich, und es ist in nächster Nähe des Gefäßes mit der zu untersuchenden Flüssigkeit ein Thermometer anzubringen. Peinlichstes Reinhalten der Capillare ist, wie bei allen Capillaritätsversuchen eine unerläßliche Vorbedingung, und man nimmt die Reinigung des Apparates am besten mit heißem Chrom-Schwefelsäuregemisch vor, welches

mehrere Stunden bis einen Tag lang einwirken muß. Der Apparat gestattete mir nach gehöriger Einübung 8—10 Bestimmungen in dem Zeitraum einer Stunde zu machen, besonders leicht, wenn man verschiedene Verdünnungsgrade einer Substanz nacheinander zu prüfen hat.

Als Reagens auf Exosmose nahm ich meistens die Vorgänge an den gerbstoffhaltigen Zellen von *Echeveria*, wie ich dieselben in meinen beiden ersten Mitteilungen geschildert habe. Das Coffeinreagens gestattet, die Exosmose von Gerbstoff bereits in den geringsten Spuren nachzuweisen. In vielen Fällen wurde auch einfach die Entfärbung Anthokyan enthaltender Zellen, respektive die Rotfärbung der umgebenden Flüssigkeit als Endreaktion benutzt. In manchen Fällen kann man selbst die mikroskopische Untersuchung ganz umgehen.

Die Ergebnisse mit einer großen Zahl von wasserlöslichen stark oberflächenaktiven Substanzen kann ich nun dahin zusammenfassen, daß übereinstimmend die Exosmose von Zellinhaltsstoffen eben einzutreten begann, sobald die Oberflächentension der äußeren Flüssigkeit unter den Betrag von 0,68 bis 0,69 der Wassertension als Einheit erniedrigt war. Dabei spielt die chemische Natur der Flüssigkeit keine Rolle. Nie wurde ein Fall beobachtet, in welchem die Protoplasmahaut der lebenden Zelle eine stärkere Herabsetzung der äußeren Tension ertragen hätte. Umgekehrt ist es bei anderweitig toxisch wirkenden Stoffen wohl möglich, daß sich Giftwirkungen bereits in Konzentrationen entfalten, wo die Tension noch nicht bis zum Grenzwerte herabgesetzt ist. Derartige Vorkommnisse finden ihr Analogon ja auch bei der Salzwirkung, wo spezifische Giftwirkungen oft lange vor Erreichung des osmotischen Grenzwertes sich einstellen. Ich beschränke mich hier darauf, eine Übersicht über die an einer Reihe von oberflächenaktiven Stoffen gewonnenen Ergebnissen zu liefern und überlasse die Details der Versuche selbst der ausführlichen Mitteilung.

1. Versuche an *Echeveria*-Blattzellen. Drei Versuche mit Methylalkohol: 0,663; 0,732; 0,7137. Drei Versuche mit Äthylalkohol: 0,666; 0,6558; 0,680. Normal-Propylalkohol: unter 0,710; zwischen 0,6578 und 0,6939. Isopropylalkohol: zwischen 0,6827 und 0,7038. Normalbutylalkohol: zwischen 0,7411 und 0,6352, und zwischen 0,7351 und 0,6314. Isobutylalkohol: zwischen 0,6443 und 0,6935. Sekundärer Butylalkohol: über 0,6548. Tertiärer Butylalkohol: über 0,6504 und über 0,6330. Isoamylalkohol: über 0,6626. Sekundärer Amylalkohol: über 0,6546. Tertiärer Amylalkohol: bei 0,6626. Äthyläther: bei 0,6834. Aceton: zwischen 0,679 und

0,7045. Methyl-äthylketon: zwischen 0,6712 und 0,7025. Methylpropylketon: zwischen 0,6673 und 0,7573. Äthylformiat: bei 0,6927. Äthylacetat: bei 0,6912. Methylacetat: bei 0,7411 (ist nicht ungiftig!). Äthyl-Urethan: bei 0,6836. Allylalkohol: unterhalb 0,7142. Diglycerin-Essigsäure-Ester: über 0,6693. Triacetin: zwischen 0,7145 und 0,6378.

2. Versuche an den Blattstielhaaren von *Saxifraga sarmentosa*. Methylalhohol 0,732 und 0,7137. Äthylalkohol: bei 0,700. Normalpropylalkohol bei 0,6939. Isopropylalkohol: 0,6827. Normalbutylalkohol: über 0,6314. Isobutylalkohol: über 0,6443. Sekundärer Butylalkohol: über 0,6548. Isoamylalkohol: über 0,6626. Aceton: unter 0,7195. Äthylacetat: 0,6912. Methylacetat: unter 0,7411. Urethan: 0,6836.

3. Versuche an den Blättern von *Oplismenus imbecillus* (*Panicum variegatum* Hort.). Äthylacetat: 0,6912. Urethan: 0,6836.

4. Rote Rübe: Methylalkohol: unter 0,753. Isoamylalkohol: über 0,6626. Aceton: unter 0,7195. Äthylacetat: unter 0,735. Methylacetat: unter 0,7411. Urethan: 0,6836.

5. Blumenblätter einer *Paeonia*. Sekundärer Butylalkohol: über 0,6518. Tertiärer Butylalkohol: bei 0,6693.

6. Blumenblätter von *Lychnis chalcedonica:* Sekundärer Butylalkohol: über 0,6504.

7. Blattepidermis von *Tradescantia zebrina:* Tertiärer Butylalkohol: 0,699.

8. Blattstiel-Epidermis einer roten Acerart: Isoamylalkohol: unter 0,7265. Urethan: 0,6836.

9. Blumenblätter von *Viola tricolor*. Tertiärer Amylalkohol: 0,6626. Äthyläther: unter 0,7145. Methylpropylketon: über 0,6673.

10. Corolle einer blaublühenden *Convolvulus*-Art: Ätheralkohol: 0,6834.

11. Blumenblätter von *Rosa:* Methylpropylketon: über 0,6673.

Im großen und ganzen gehen meine experimentellen Erfahrungen parallel mit der bekannten Theorie der Narkose von OVERTON und H. H. MEYER. Doch besteht insofern eine Differenz, als in unseren Versuchen die wasserunlöslichen *Narcotica* ausgeschlossen blieben. Versuche mit Chloroformwasser zeigen klar, daß die narkotische Wirkung nicht immer Hand in Hand geht mit der Wirkung auf die Plasmahaut. Denn Chloroformwasser wirkt bereits äußerst stark narkotisch in Verdünnungen, welche dieselbe Oberflächentension haben wie Wasser. Dies kann nicht allein auf der geringen Löslichkeit des Chloroforms in Wasser beruhen, denn das sehr lösliche Chloralhydrat, welches gleichfalls nur wenig ober-

flächenaktive Wirkungen hat, verhält sich in bezug auf Narkosewirkung ganz ähnlich wie Chloroform. Beim Äthylurethan aber treffen narcotische Wirkung und Tensionswirkung genau zusammen.

Unsere Erfahrungen mit wasserlöslichen oberflächenaktiven Stoffen gestatten uns folgende Schlüsse zu ziehen. Nach den von W. GIBBS entwickelten Prinzipien müssen sich oberflächenaktive Stoffe, welche die Tension erniedrigen, am reichlichsten an der Oberfläche des Systems ansammeln, und zwar werden diejenigen Substanzen, welche die stärksten erniedrigenden Wirkungen haben, in der Oberfläche alle weniger aktiven Stoffe verdrängen müssen. Wenn sich nun bei dem Einwirken einer oberflächenaktiven Substanz auf die lebende Zelle bei einer bestimmten Oberflächentension eine abnorme Durchlässigkeit der Plasmahaut einstellt, so ist zu vermuten, daß die eingedrungene Substanz in der Plasmahaut die oberflächenaktiven Stoffe derselben deplaciert hat. Die aufgenommene Substanz hatte somit eine, wenn auch nur geringe Überlegenheit hinsichtlich ihrer oberflächenaktiven Eigenschaften über die Stoffe der Plasmahaut. So gibt uns die kritische Tension der oberflächenaktiven Stoffe ein Mittel in die Hand, um die Oberflächentension der normalen Plasmahaut in einer analogen Weise zu bestimmen, wie man durch die plasmolytische Methode den Turgor des Zellsaftes ermitteln kann. Beide Größen, Turgordruck und Oberflächentension, sind von der chemischen Struktur der Substanzen weitgehend unabhängig.

Unsere Untersuchungsmethode ist somit tatsächlich als ein Weg zur Ermittlung der Oberflächentension der Plasmahaut anzusehen, und ich kann angesichts des vorliegenden Materials die früher geübte Zurückhaltung in dieser Hinsicht nunmehr aufgeben. Die Oberflächentension der allermeisten Pflanzenzellen liegt in der Nähe des relativen Wertes 0,68 bis 0,69 und soweit die Erfahrungen reichen, ändern die äußeren Lebensbedingungen diesen Wert nicht ab. Zur praktischen Ermittlung der Oberflächenspannung der lebenden Plasmahaut werden sich Substanzen empfehlen, welche nicht zu große und nicht zu kleine Intervalle in der Tension verschiedener passender Verdünnungen besitzen. Propylalkohol scheint eine solche Substanz zu sein, und Äthylurethan würde sich als feste nicht flüchtige Substanz von hinreichend stark oberflächenaktiven Eigenschaften ihrer leichten Dosierbarkeit halber besonders empfehlen. Für gewöhnlich wird man aber selbst mit dem Äthylalkohol gut auskommen, dessen Oberflächentension in zahlreichen Messungen verschiedener Forscher genau bestimmt worden ist.

Wir wissen nun ferner, daß es nicht wenige Kolloidlösungen gibt, welche stark oberflächenaktive Eigenschaften besitzen. Vor allem kommen hier Fettemulsionen in Frage, und wir stehen vor der Aufgabe, zu untersuchen, ob solche Emulsionskolloide eine ähnliche Wirkung auf die Plasmahaut entfalten, sobald ihre Tension weniger als 0,69 der Tension des Wassers beträgt, wie wir sie von echten oberflächenaktiven Lösungen kennen gelernt haben. In der Tat besteht nach dem Ausfall der Versuche mit Tributyrin, Natrinmoleat, Triolein, vielen natürlichen Pflanzen- und Tierfetten, sowie mit Lecithin- und Cholesterinemulsionen kein Zweifel darüber, daß die physiologische Wirkung solcher Emulsionen die gleiche ist, wie die aequicapillarer echter Lösungen. Überall hat sich außerdem ergeben, daß die Wirkung solcher Emulsionen auf die diosmotischen Eigenschaften der Plasmahaut bei einer relativen Tension von 0,69, auf Wasser bezogen, auftritt. Das Gesetz von der beschriebenen Wirkung oberflächenaktiver Stoffe auf die Plasmahaut erleidet somit auch bei den Emulsionskolloiden keine Ausnahme.

Nicht alle Emulsionen erniedrigen die Tension des Wassers so stark, daß sie unter den Wert von 0,69 herabgeht. Für das Lecithin und das Cholesterin läßt es sich leicht erweisen, daß konzentriertere Emulsionen dieser Stoffe viel stärker erniedrigen als bis zu dem angegebenen Betrage. Hingegen stellte es sich heraus, daß Neutralfette ganz allgemein die Tension des Wassers, selbst wenn ihre Emulsion noch so konzentriert ist, nicht weiter herabzudrücken vermögen, als bis etwa zu dem relativen Werte 0,69. So stehen wir vor der interessanten Frage, ob nicht die normale Oberflächenspannung der Plasmahaut durch ihren Gehalt an Neutralfetten, vom Typus des Triolein, hervorgerufen wird. Jedenfalls wäre es ein merkwürdiger Zufall, wenn die maximale Spannungserniedrigung durch die so weit verbreiteten Neutralfette, und der Betrag der Oberflächentension der Plasmahaut ohne einen näheren Causalnexus so nahe zusammenfallen würden.

Man darf aber erwarten, daß es Zellen gibt, welche eine andere Tension ihrer Plasmahaut zeigen, und für solche Fälle würden, wofern die Oberflächentension geringer ist als der Wert 0,69, Stoffe in Betracht kommen, welche oberflächenaktiver sind als die Neutralfette. Als solche Stoffe würde die weitverbreitete Gruppe der Lecithane, sowie die der Cholesterine ins Auge zu fassen sein, Substanzen, welche bereits bekanntlich schon von

OVERTON als Bestandteile der Plasmahaut in Erwägung gezogen worden sind.

So weit bis jetzt Daten über die Oberflächentension von Eiweißlösungen vorliegen, so ist wohl wegen der zu geringen Oberflächentension dieser Lösungen nicht daran zu denken, daß Proteinstoffe am Zustandekommen der normalen Oberflächenspannung der Plasmahaut einen wesentlichen Anteil besitzen. Ich werde in der später erscheinenden ausführlichen Arbeit über die Oberflächen-Spannungsverhältnisse der Plasmahaut darauf zurückzukommen haben, daß selbst die Erscheinungen der Säurewirkung auf die Plasmamembran sich in dem Sinne deuten lassen, daß die fettartigen Stoffe der Plasmamembran bei der Einwirkung der freien Säuren verseift werden.

Die Natur der Plasmahaut als Lipoide enthaltende Membran hat in den letzten Jahren zu einer lebhaften Diskussion Anlaß gegeben, an der sich außer anderen Forschern, von Physiologen HÖBER, von Botanikern RUHLAND und NATHANSON beteiligt haben. Ich kann hier auf die nähere Darlegung der einschlägigen Tatsachen nicht eingehen. Unsere experimentellen Erfahrungen stützten jedoch entschieden die von OVERTON begründete Lehre von dem lipoiden Charakter der Plasmahaut und zeigen gleichzeitig, daß von einem geschlossenen Fetthäutchen als äußere Hülle des Protoplasten nicht die Rede sein kann. Es kann sich in der Plasmahaut nur um eine äußerst feine Emulsion von Neutralfett handeln, deren Dispersionsmittel, das wohl als ein Eiweiß Sol anzusehen ist, für Wasser und wasserlösliche Stoffe gut permeabel ist.

Weshalb aber verschiedene wasserlösliche Stoffe nicht oder nur schwer die Plasmahaut passieren, und weshalb andere leicht durch dieselbe hindurchgehen, ist ein komplizierter Fragenkomplex, welcher mit den Adsorptionsverhältnissen chemischer und elektrischer Natur in den Eiweiß-Solen der Protoplasmahaut zusammenhängt, und der über den Rahmen der in dieser Untersuchung zu beantwortenden Aufgaben beträchtlich hinausgeht.

64. Julius Schuster: Über einen Fall von Bakterien-Plasmoptyse.

(Eingegangen am 19. November 1910.)
(Mit 4 Textfiguren.)

Gelegentlich der bakteriologischen Untersuchung naßfauler Kartoffelknollen isolierte ich eine Bakterien-Art, die einen fluoreszierenden Farbstoff bildet und sich aufs engste an *Bacterium fluorescens* anschließt, im Gegensatz zu diesem jedoch für bestimmte Pflanzen stark phytopathogene Eigenschaften besitzt. Dieser von mir als *Bacterium xanthochlorum* bezeichnete Organismus, den ich an anderer Stelle eingehend schildern werde, hat die Eigentümlichkeit, unter bestimmten Bedingungen eine charakteristische Formveränderung aufzuweisen.

Kultiviert man *Bacterium xanthochlorum* in der mineralischen Nährlösung II nach A. MEYER mit 10 pCt. Ammoniumsulfat bei 22 oder auch 34 °, so zeigen die Ausstriche nach 48 stündigem Wachstum bei starker Färbung mit Karbolfuchsin (ZIEHLscher Lösung) eine eigentümliche Formveränderung der Bakterien. Kurzstäbchen sind nur noch sehr wenige vorhanden, meist hängen zwei Stäbchen zusammen, berühren sich aber nicht mit ihrer ganzen Basis, sondern scheinen durch einen feinen Steg miteinander verbunden. Zwischen diesen finden sich zahlreiche Kugeln, teilweise auch mehr birnförmige Gebilde. An den Kugeln und Stäbchen sieht man deutlich schlauchartige Anhängsel, manchmal sind die Stäbchen wie mit kleinen divergierenden Würzelchen versehen, die dann solche Kugeln auszubilden scheinen. Auch der Inhalt zeigt teilweise scharf und deutlich eine Differenzierung: von der Grundsubstanz heben sich einer, meist jedoch zwei dunkel gefärbte Kerne ab, die auch die Kugeln halbmondförmig umgeben (Plasmolyse). Am meisten erregten meine Aufmerksamkeit die eigentümlichen, schlauchartigen, im Präparat schwächer tingierten, keine Membran zeigenden Auswüchse, die aus den Kugeln stielartig hervorzuwachsen schienen und oft eine beträchtliche Länge erreichten. Daß es sich dabei etwa um Kunstprodukte handelt, die durch Verunreinigungen des Deckglases oder bei der Färbung erst nachträglich entstanden, war schon deshalb ausgeschlossen, weil nur nach VAN ERMENGEM ge-

reinigte Deckgläser benutzt wurden, die als wirklich rein zu betrachten sind.

Die eigenartigen Auswüchse der Zellen erinnerten sofort an die von A. FISCHER als Plasmoptyse bezeichnete Erscheinung, doch seien, ehe ich auf dieses Phänomen eingehe, zuerst noch die Beobachtungen mitgeteilt, die über das Zustandekommen dieser eigentümlichen Bildung gemacht wurden.

Von einer jungen, bei 22° gewachsenen Agarkultur, die nur normale Stäbchen enthielt, wurde möglichst wenig Material mit der Öse in das auf das Deckglas gebrachte Tröpfchen der minera-

Fig. 1. Formveränderung des *Bact. xanthochlorum* in mineralischer Nährlösung mit 10 pCt. Ammoniumsulfat bei 22° nach 48 Stunden (nach LÖFFLERs Geißelverfahren behandelt); Plasmolyse, Kugelbildung, Plasmoptyse. Vergr. ca. 1400.

lischen Nährlösung II nach A. MEYER + 10 g Ammoniumsulfat verteilt und das so vorbereitete Deckglas mit Wachs auf einen hohlgeschliffenen Objektträger geklebt. Bei der Beobachtung im Mikroskop gelang es nach verschiedenen Vorversuchen, ein einzelnes Stäbchen festzuhalten und zu sehen, daß dieses nach 5 Min. an dem geißeltragenden Ende birnförmig anschwoll, nach 8 Min. war die Form noch breiter birnförmig und erstreckte sich schon auf die ganze Zelle, 1 Min. darauf nahm der Organismus eine mehr kurze gedrungene Form an und in wieder 1 Min. war ein fast vollständig rundes Gebilde zu sehen, genau von der Beschaffenheit wie die oben erwähnten Kugeln. Die Kugeln waren

also innerhalb 15 Minuten aus den Stäbchen entstanden und wiederholte Beobachtungen ergaben etwa eine Viertelstunde bis zur Ausbildung des Kugelstadiums, das manchmal in den letzten Phasen äußerst rasch erfolgte, im ganzen aber auch bis 27 Min. in Anspruch nahm. Das Charakteristische in diesem kurzen Zyklus ist das nach 5 bis 10 Min. auftretende, einer gestielten Kugel gleichende Stadium, das dann schnell zur Kugelgestalt führt. Diese Kugeln bedeuten in der Entwicklung des Bakteriums an sich noch keinen exitus letalis. Wenn man das Bakterium in Kölbchenkulturen in der oben genannten Nährlösung hält, so findet man nach 48 Stunden fast nur die zuletztgenannten Kugeln vor; jedoch nach Übertragung auf einen frischen Nährboden entwickeln sich nach 48 Stunden wieder zahlreiche schwärmende Kurzstäbchen. Läßt man dagegen die Organismen in der alten Nährlösung, so gewinnt eine Erscheinung mehr und mehr die Oberhand, die sich schon bei 12stündiger Kultur in der Ammoniumsulfat-Nährlösung bemerkbar macht: aus den Kugeln tritt zuerst wie ein kurzer Keimschlauch nacktes Protoplasma heraus, dieses schlauchartige Gebilde wird immer länger, und es gelingt nicht mehr, diese kranken Formen durch Überimpfen auf neue Nährsubstrate zum Wachstum zu bringen. In älteren Ammoniumsulfatkulturen bilden sich kleine Krümeln, die aus geschrumpften Massen und Körnchen bestehen, in die, wie man sich direkt unter dem Mikroskop überzeugen kann, die Kugeln samt ihren schlauchartigen Auftreibungen schon in 48stündigen Kulturen zu zerfallen beginnen; auch aus diesen Körnchen vermögen bei Umimpfung keine neuen Bakterien hervorzugehen.

Es ist also bei diesem ganzen Vorgang scharf zu unterscheiden zwischen der Anschwellung der zylindrischen Stäbchen zu gestielten Kugeln und der letzteren zur eigentlichen Kugelgestalt, wobei der Organismus lebensfähig bleibt, und der unter gleichbleibenden äußeren Faktoren bald darauffolgenden membranlosen Schlauchbildung und endlichen Auflösung der Kugeln und Schläuche zu Körnchen, also einer Krankheitserscheinung, die zum Tode der Stäbchen führt. Es fragt sich nun, welche Umstände die Bildung der Kugeln aus den Stäbchen und welche die Entstehung der eigentümlichen Schläuche bedingen können.

Was zunächst die Kugelbildung angeht, so lassen sich Anhaltspunkte für ihre Ursachen aus den Verhältnissen gewinnen, unter denen sie regelmäßig einzutreten pflegen. Nicht nur bei Kultur in Ammoniumsulfat und bei *Bacterium xanthochlorum* läßt sich diese Kugelbildung hervorrufen, sondern auch in anderer Weise,

z. B. bei *Bacterium phytophthorum* Appel[1]), wenn man dieses in dem von *Bacterium xanthochlorum* ausgeschiedenen Enzym kultiviert; hier nimmt das an sich kleine, normal nur kurze Stäbchen bildende *Bacterium phytophthorum* innerhalb 15 Min. die Gestalt winziger Kokken an und schon nach 12 bis 24 Stunden sieht man an diesen Kokken die schlauchartigen Auftreibungen, die hier allerdings nicht so lang werden wie bei *Bacterium xanthochlorum*. Aber auch unter scheinbar normalen Umständen sah ich die Kugelbildung eintreten. In einer bei Zimmertemperatur gewachsenen schrägen Kartoffelagarkultur von *Bacterium solanisaprum* Harrison[2]), das normal äußerst charakteristische fast rechteckige Kurzstäbchen

2 3

Fig. 2. Kugelbildung und Plasmoptyse bei *Bact. phytophthorum* in den enzymatischen Substanzen des *Bact. xanthochlorum* bei 22° nach 24 Stunden (Färbung mit LÖFFLERs Methylenblau). Vergr. ca. 1400.

Fig. 3. Kugelbildung, Plasmolyse und Plasmoptyse bei *Bact. atrosepticum* aus einer sehr dicht besäten, 3 Wochen alten Kartoffelagarstrichkultur bei 30°. (Färbung mit ZIEHLscher Lösung). Vergr. ca. 1400.

bildet, traten nach 8 Tagen neben der typischen Form Kugeln auf, ohne daß eine Verunreinigung stattgefunden hatte; an der Kultur war nur die äußerst üppige Entwicklung auffallend und weitere Versuche zeigten, daß stets ein großer Prozentsatz an Kugelgestalten erzielt wurde, wenn die Kartoffelagarröhrchen sehr dicht besät und bei höheren Temperaturen 30 bis 33° gehalten wurden. Die inneren Ursachen, die bei der Kugelbildung eine Rolle spielen, dürften demnach in erster Linie in einem Zuviel an Stoffwechselprodukten zu suchen sein, besonders wenn deren Produktion durch günstige Ernährung und optimale Temperaturen erhöht wird. Jedenfalls steht so viel fest, daß die Kugelbildung einen Krankheitszustand der Stäbchenbakterien dar-

1) Diagnose in Arb. Kais. Biol. Anst. III, 4, 1903.
2) Diagnose in Centralbl. f. Bakt. II, 17, 1907.

stellt, der zum Tode führt, wenn die Stäbchen nicht noch in günstigere Ernährungsbedingungen gelangen, ehe die zum baldigen Zerfall führende Erscheinung der schlauchartigen Auftreibung beginnt.

Was diese letztere betrifft, so stellt sie sich, teleologisch betrachtet, dar wie ein zweckmäßiger Schutz gegen bakterizide Kräfte. Kausal läßt sie sich als der morphochemische Ausdruck bestimmter Stoffwechselvorgänge erklären. Diese sind offenbar in einer elektiven Wirkung zu bestimmten Stoffen zu suchen, wie sie z. B. dem Ammoniumsulfat gegenüber dem *Bact. xanthochlorum* zukommt. Bei *Bact. phytophthorum* läßt sich die Aufblähung bei Kultur in der A. MEYERschen Nährlösung + 10 pCt. Rohrzucker bei 30 bis 34 ° erzielen. Es zeigt sich also, daß bestimmte Stoffe die spezifische Eigenschaft besitzen, die Bakterienform zu verändern und die oben beschriebene Auftreibung zu veranlassen, die sich auch unter dem Einflusse einer Überproduktion der eigenen Stoffwechselprodukte spontan einstellt, wie dies bei *Bacterium atrosepticum* van Hall[1]) in alten, dichtbesäten Kartoffelagarstrichkulturen bei 30 ° beobachtet wurde.

Im einzelnen stellt sich der Vorgang so dar, daß in der Regel an dem geißeltragenden Pol an der Insertionsstelle der Geißeln langsam nacktes Protoplasma hervorquillt, das den Geißeln folgt, wenn diese nicht, wie es meistens der Fall ist, abgestoßen sind. Dieses hervorquellende Protoplasma verhält sich färberisch wie dasjenige, aus dem die Geißeln bestehen, d. h. es nimmt bei der LÖFFLER-Färbung oder starker Überfärbung mit anderen Farbstoffen denselben blassen Farbenton an wie die Geißeln und zeigt vor seinem Zerfall dieselben Körnchen wie die absterbenden Geißeln. Daß es von dem den Zentralkörper zusammensetzenden Protoplasma verschieden ist, zeigt sich besonders, wenn man Material von *Bact. xanthochlorum*, das auf Ammoniumsulfat kultiviert wurde, der LÖFFLERschen Behandlung unterzieht. Hier zeigt sich nämlich der Zentralkörper der Stäbchen plasmolysiert, an jedem Zellende liegt eine intensiv dunkelrot gefärbte wandständige Kugel des plasmolysierten Inhaltes und am Geißelpol — manchmal der noch erhaltenen Geißel anliegend — die blaßrot gefärbte protoplasmatische Aufblähung. Daher möchte ich glauben, daß diese Hervortreibung aus derselben schwer nachweisbaren Art von Protoplasma besteht, wie die Geißeln, also dem Ektoplasma

1) Diagnose in Bijdragen tot de Kennis der Bakterieele Plantenziekten. Amsterdamer Dissert. 1902.

ZETTNOWs angehört; als eine Aufblähung der äußersten Schicht der Membran läßt sich die Erscheinung nicht deuten, da diese durchaus keine Veränderungen aufweist. Das Ektoplasma pflegt man sich in normalem Zustande vorzustellen als eine an den Polenden vorkommende der Zellmembran knapp anliegende Plasmaschicht, welche ohne besondere Hilfsmittel nicht sichtbar ist und erst nach Einwirkung von Methoden kenntlich wird, deren Wirkung höchstwahrscheinlich durch eine starke Quellung bedingt ist. Danach fasse ich die oben geschilderte protoplasmatische Auftreibung der Bakterien, auf die ich den von A. FISCHER eingeführten treffenden Ausdruck Plasmoptyse beschränken möchte, als eine durch Hypertrophie des Ektoplasmas hervorgerufene Absterbeerscheinung auf. Man kann sich den Vorgang so vorstellen, daß dieselben Ernährungsstörungen, welche die Kugelform bedingen, das normale Wachstum der Stäbchen nicht mehr gestatten, worauf nach Eintritt der Plasmolyse das der Zellwand knapp anliegende Ektoplasma gewaltsam hervorgetrieben wird — Plasmoptyse.

Der erste, der entsprechende Vorgänge im eingetrockneten und gefärbten Deckglaspräparat beobachtete, war bekanntlich A. FISCHER, der dafür den Namen Plasmoptyse schuf. Doch unterschied FISCHER die Abfolge der verschiedenen Prozesse nicht genau und glaubte, daß sowohl Kugeln, als schlauchartige Aufblähungen aus dem geißeltragenden Ende der Bakterien ausgestoßen würden. Demgegenüber wies ARTHUR MEYER nach, daß die angeblich ausgestoßenen Plasmakugeln ganze umgeformte pathologische Bakterienzellen seien, was dann auch von FISCHER für *Vibrio Proteus* zugegeben wurde. Den Vorgang des Austretens von Protoplasma, der oben geschildert und auch von FISCHER schon wahrgenommen, aber nicht einheitlich gedeutet wurde, konnte ARTHUR MEYER bei dem von ihm untersuchten Bazillus nicht beobachten und erklärte ihn daher „für ein Kind der Phantasie ALFRED FISCHERs". In der Tat ist die Beurteilung der Präparate nicht leicht, da manchmal beide oder nur die eine Zelle eines Doppelstäbchens die geschilderten Formveränderungen zeigt und Plasmoptyse machen, dann auch, wenn der Ausstrich nicht sehr dünn ist, vielfach Stäbchen so nahe an plasmoptysierten Doppelstäbchen liegen, daß die merkwürdigsten Gebilde entstehen, wie aus den mitgeteilten Skizzen zu entnehmen ist. Ich glaube, daß das, was FISCHER (2) auf Tafel III, Fig. 4c, als Plasmoptyse-Kugel deutet, lediglich die zu einer Kugel abgerundete Zelle eines Doppelstäbchens ist, die auf Fig. 5 als leere Hautsäcke der Plas-

moptyse verfallener Vibrionen gedeuteten Gebilde in Streckung begriffene Doppelstäbchen; die „spreizenden Beinchen", die FISCHER auf Fig. 7 bis 10 darstellt, kommen wohl dadurch zustande, daß sich an die normal gebliebene Zelle eines Doppelstäbchens, dessen eine Zelle zum Kugelstadium übergegangen ist, ein anderes Kurzstäbchen angelegt hat, und wenn sich deren mehrere anlegen, die zum Teil selbst wieder in Kugelbildung begriffen sind, entstehen scheinbar die wunderlichsten Gebilde, wie sie GARBOWSKI in einer Arbeit über diesen Gegenstand abgebildet hat. Die hier gegebene Textabbildung soll die verschiedenen Kombinationen, die zu so mannigfachen Täuschungen Anlaß gegeben hat, näher veranschaulichen.

Daß die Plasmoptyse eine Absterbeerscheinung ist, ist nach den obigen Darlegungen kaum zu bezweifeln. Aber auch die Kugelbildung der Bakterien ist eine Degenerationserscheinung und nicht der Ausdruck einer Pleomorphie, wie FUHRMANN für die analoge Erscheinung bei der aus Flaschenbier gezüchteten *Pseudomonas cerevisiae* annimmt, die eine elektive Wirkung zu Chlorammonium aufweist; kultiviert man diese Art auf mineralischer Nährlösung mit 1 pCt. Chlorammonium, so tritt Kugelbildnng ein, bei *Bacterium (Pseudomonas) xanthochlorum* dagegen nicht, letzteres bildet auf diesem Substrat bei höheren Temperaturen Scheinfäden und nur auf Ammoniumsulfat Kugeln[1]).

Diese elektive Beziehung zwischen bestimmten Stoffen und Bakterienarten ist biologisch von hohem Interesse und vielleicht auch für die Bekämpfung der pathogenen Organismen von erheblicher Bedeutung. Denn es liegt der Gedanke nahe, daß ein phytopathogenes Bakterium, das unter Einwirkung von Ammoniumsulfat der Plasmoptyse verfällt, bei entsprechender Ammoniumsulfatdüngung seine bakteriziden Kräfte in viel geringerem Maße oder gar nicht zu entwickeln vermag, und es ließe sich auf diesem Wege vielleicht sogar ein gewisser Grad von Immunität erzielen, jedenfalls die Resistenz erhöhen; in der Tat hat LAURENT bei Düngung mit Ammoniumsulfat (8kg pro ar) gegen Fäulnisbakterien immune Kartoffeln be-

1) Mit den bei höheren Temperaturen in den Scheinfäden sich bildenden Kugeln hat die eben geschilderte Kugelbildung, wie kaum hervorgehoben zu werden braucht, nichts zu tun. Die Kugeln der Scheinfäden, die sich z. B bei *Bact. phytophthorum* bei 34° mit Methylviolett scharf und deutlich färben und mit alter wässeriger Methylenblaulösung eine dunkelrote Färbung annehmen, sind Ansammlungen von Chromatin, das ursprünglich frei im Plasma verteilt ist, sich bei der Fadenbildung ansammelt und zu Kugeln formt.

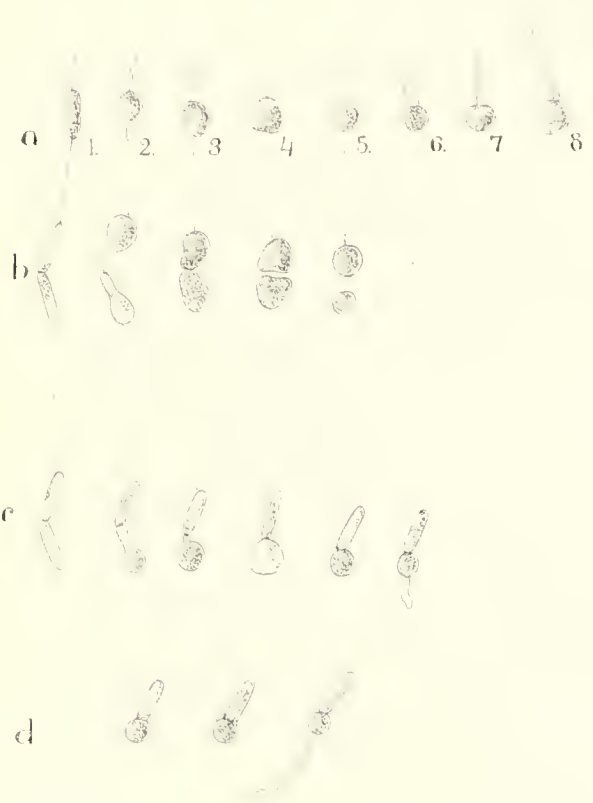


Fig. 4. Aufeinanderfolgende Stadien der Kugelbildung und Plasmoptyse in der Ammoniumsulfat-Nährlösung nach lebendem Material; die Geißel ist nach den Bewegungserscheinungen und gefärbten Präparaten ergänzt. — a) Normales Stäbchen in seiner 15 Min. dauernden Umbildung zur Kugelform: 1. ein einzelnes Stäbchen; 2. dasselbe nach 5 Min. mit birnförmiger Anschwellung am geißeltragenden Ende; 3. dasselbe nach 8 Min., ganze Zelle birnförmig gestreckt; 4. dasselbe nach 1 Min., kurze, gedrungene Form; 5. dasselbe nach 1 Min., Kugelbildung; 6. Beginn der Plasmoptyse bei einem Kugelstadium nach 24 Stunden (LÖFFLERsches Geißelfärbungsverfahren); 7. und 8. weitere Stadien der Plasmoptyse nach 24 Stunden. — b) Kugelbildung bei beiden Zellen eines Doppelstäbchens innerhalb 27 Min.: 1. gewöhnliches Doppelstäbchen; 2. dasselbe nach 10 Min.; 3. nach 11 Min.; 4. nach 4 Min.; 5. nach 2 Min. — c) Kugelbildung bei der unteren Zelle eines Doppelstäbchens: 1.—5. aufeinanderfolgende Stadien desselben Individuums, Zeit der ganzen Abfolge etwa 15 Min.; 6. ein anderes Individuum nach 12 Stunden mit beginnender Plasmoptyse. — d) Kugelbildung der unteren Zelle eines Doppelstäbchens und Plasmoptyse derselben nach 24 Stunden; die punktierten Stäbchen liegen dem Doppelstäbchen an, so daß sie scheinbar mit diesem zusammenzuhängen scheinen.

kommen. Auch auf medizinischem Gebiete kann die Erzeugung der Plasmoptyse durch bestimmte Stoffe für die Therapie von Wichtigkeit sein; so kommt nach den Untersuchungen von HATA dem Magnesiumsalz gegenüber dem Pestbazillus eine derartige elektive Wirkung zu, und vielleicht würde eine diesbezügliche Untersuchung ergeben, daß die Auflösung gewisser pathogener Bakterien durch das vom *Bacillus pyocyaneus* gebildete Enzym (EMMERICHs Pyozyanase) unter den hier definierten Begriff der Plasmoptyse fällt.

Literatur.

FISCHER (1), Vorlesungen über Bakterien, 2. Aufl. 1903.
— (2), Über Plasmoptyse der Bakterien, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 24, 1906.
— (3), Erklärung, ebenda 25, 1907.
MEYER (1), Über Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien, ebenda 23, 1905.
— (2), Über ALFRED FISCHERS Plasmoptyse der Bakterien, ebenda 24, 1906.
GARBOWSKI, Plasmoptyse und Abrundung bei *Vibrio Proteus*, ebenda 24, 1906.
FUHRMANN (1), Zur Kenntnis der Bakterienflora des Flaschenbieres I, Centralbl. f. Bakt. II. 16, 1906.
— (2), Entwicklungszyklen bei Bakterien, Beih. Bot. Centralbl. 23, 1908.
LAURENT, Recherches expérimentales sur les maladies des plantes, Annales de l'Institut Pasteur, t. 13, 1899.
HATA, Über die durch bestimmte anorganische Salze verursachten Degenerationsformen bestimmter Bakterienarten, Centralbl. f. Bakt. I, 46, 1908.
EMMERICH und SAIDA, Über die morphologischen Veränderungen der Milzbrandbazillen bei ihrer Auflösung durch Pyocyanase, Centralbl. f. Bakt. I, 27, 1900.

65. Gertrud und Friedrich Tobler: Untersuchungen über Natur und Auftreten von Carotinen.

II. Über den Vorgang der Carotinbildung bei der Fruchtreife.

(Mit 3 Figuren im Text.)

(Eingegangen am 23. November 1910.)

Außer der in der vorigen Mitteilung[1]) schon morphologisch beschriebenen Frucht von *Momordica Balsamina* L. diente uns daneben auch noch die von *Momordica Charantia* L. Beide unterscheiden sich außer durch Blütenmerkmale[2]) in der Frucht meist

1) TOBLER, G. und F., Untersuchungen usw. I. Frucht von *Momordica Balsamina*, diese Berichte, dieser Band S. 365.

2) Vgl. ENGLER-PRANTL, IV. 5, 25 (Cucurbitaceen von E. G. O. MÜLLER und PAX).

vollkommen deutlich durch die Zuspitzung von *Charantia* gegenüber *Balsamina* und durch die Bildung vieler, enggelagerter spitzer Warzen bei der ersten gegenüber weniger zahlreichen rundlichen Buckeln bei der zweiten Art. Nicht so auffallend, aber gleichwohl charakteristisch ist für *Balsamina* eine mit der Reife hervortretende einseitige Krümmung der unteren Fruchthälfte, die sehr oft ihren Ursprung einer ungleichen Entwicklung ihrer Samenanlagen verdankt. Ungekrümmte *Balsamina*-Früchte sind sehr selten. Dazu kommt — und das machte Vergleichsversuche mit beiden Spezies interessant — ein wesentlicher Unterschied physiologischer Art in der Entwicklung der Früchte.

Der Fruchtknoten von *Balsamina* ist anfangs nur schwach gefärbt; sein gelbgrünlicher Ton nimmt im Lauf der Entwicklung fast bis zur voll erreichten Größe dauernd ab. Von einer wachsartig gelbweißen Färbung fast ohne grüne Beimischung aus erfolgt ein ziemlich plötzliches, mäßiges Ergrünen und aus diesem ebenso schnell lokal beginnend die Orangefärbung der reifen Frucht. Letztere Farbe setzt ein zuerst auf der konvexen Partie der unteren Hälfte und greift von da aus sowohl auf dem konvexen Rücken, als auch von unten her auf der konkaven Seite um sich.

Bei *Charantia* dagegen bleibt der Fruchtknoten von Anfang an stark grün, behält diesen gleichmäßig dunklen Ton bis über die erreichte Hälfte der gesamten Größe. Dann erfolgt ein schwaches Abnehmen, doch bleibt immer eine wirklich grüne Färbung bis zum Schluß, bei dem von der Spitze der Frucht her allseits gleichmäßig und schnell der Umschlag zu Orange erfolgt.

Physiologisch liegt der Unterschied zwischen beiden Früchten schon hiernach wohl so, daß nur bei der zweiten eine eigene Assimilation der reifenden Frucht vorhanden ist. Versuche mit Lichtabschluß haben übrigens auch gezeigt, daß für dies Objekt eine eigene photosynthetische Produktion zum Erreichen normaler Größe notwendig ist, was für andere Pflanzen bisher nicht erwiesen scheint[1]).

Zur Erscheinung der Reife gehört bei der *Momordica* in edem Fall folgendes: 1. Ein Abnehmen des Chlorophylls und eine Vermehrung des Carotins, die sich, einmal begonnen, in kürzester Frist (ca. 10 Stunden) über die ganze Frucht basipetal ausbreitet. 2. Ein Lockerwerden des inneren Mesocarps, von dem ein großer Teil nur noch als strangartige Masse erhalten bleibt. 3. Indem diese Lockerung in weniger deutlicher Weise und vor allem ohne

1) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., I (Leipzig 1897) S. 616.

sofortige Zersetzung der Zellen in das Mesocarp weiter nach außen vorgreift, während das Wachstum der äußeren Schichten unter dem Exocarp still steht, entsteht ein erheblicher Druck, der sich an einem Bauchigerwerden gelegentlich äußerlich an der Frucht erkennen läßt. Ein Zerreißen der Fruchtwand erfolgt dann an den Stellen, die in der Lockerung am weitesten vorgeschritten sind. Das sind in der Regel die Zonen zwischen den zwar auch in der Lockerung des inneren Mesocarps aufgehenden, aber doch relativ festere Elemente enthaltenden Wänden der Fruchtknotenfächer. Diese sind bei *Momordica* in der Dreizahl vorhanden, daher springt die Frucht mit drei Klappen auf. Die Samen liegen in der Regel auch nur in drei Reihen in der wandfreien reifen Frucht. (Die Krümmung der Frucht von *M. Balsamina* geht auf unvollkommene Ausbildung der Samen in einem Fach zurück, wie sie für diese Spezies Regel ist. Einmal sahen wir das gleiche Verhalten bei *M. Charantia* und dann gleichfalls Krümmung und frühere Gelbfärbung der konvexen Seite.)

Nach den obigen Angaben über den Verlauf der Farbänderung bei der Reife könnte oberflächliche Betrachtung einen Zusammenhang zwischen Chlorophyll und Carotin annehmen. Das hat z. B. MILLARDET[1]) bei seinen Untersuchungen an der Tomate getan, in denen er das sog. Solanorubin (den roten Farbstoff) als einen Abkömmling des Chlorophylls bezeichnet. Schon KOHL[2]) hat aber darauf hingewiesen, daß für eine derartige Annahme gar kein Grund vorliegt, auch die Täuschungsmöglichkeit durch die bei der Zersetzung des Chlorophylls auftretenden gelblichen Körper ausdrücklich angeführt.

In einer anderen Weise aber besteht ein Zusammenhang doch, indem nämlich die Chloroplasten es sind, an denen sich die Carotinkörper bilden. Für die Tomate haben sich an den äußerlich durch Farbübergänge von Grün zu Gelb und Rot kenntlichen Stellen in den Geweben eine ganze Anzahl von Bildern finden lassen, die schwach gefärbte Chloroplasten mit sichtlich sich zersetzendem oder zersetzten Chlorophyll und an oder auf sie gelagerte Kristalle des roten Farbstoffes zeigen (s. Abbildung). Ein ähnliches Verhalten haben wir bei *Momordica Balsamina* nur einige Male gesehen, auch dort grünlichgelbliche Körnchenreste (Chlorophyll) und gelbe Nadelkristalle (Carotin) auf demselben (Eiweißreaktion gebenden) Körper. Es ist für beide Fälle uns deshalb der Schluß erlaubt,

1) MILLARDET, Note usw. nach JUST, Jahresbericht 1876, II, S. 783.
2) KOHL, Untersuchungen über das Carotin (Leipzig 1902) S. 110 f.

daß die Chloroplasten selbst zu den Chromoplasten (Plastiden des Carotins bei COURCHET, vgl. in unsrer früheren Mitteilung S. 369) werden. Daß die Bilder dieser Art bei *Momordica* schwerer zu finden sind, steht im Einklang damit, daß der Übergang dort ungleich plötzlicher erfolgt als bei der Tomate. Obwohl wir übrigens keine speziellen Angaben über die Wandlung der Plastiden kennen, sei doch auf die zwar sonst wichtigen, aber keine Einzelheiten enthaltenden Untersuchungen SCHIMPERs[1]) hingewiesen, wonach Farbstoffkörper aus Chlorophyllkörnern entstehen sollen.

Wenn also ein direkter genetischer Zusammenhang zwischen Chlorophyll und Carotin ohne weiteres ausgeschlossen ist, so besteht eine regelmäßige Beziehung doch insofern, als in den reifenden Früchten durchweg die Carotinbildung an eine Zersetzung des Chlorophylls sich anschließt und nie ohne diese in einem erheblichen fortschreitenden Grade sich einstellt. Die Carotine, die im

1 2 3

Chlorophyllkörner in Zersetzung (1), mit Kristallen von Carotin (2), als Plastiden des Carotins (3). Aus dem Perikarp reifender Tomaten. Apochr. Öl-Imm. Zeiß. Comp. Oc. 6.

Mesocarp erscheinen, sind Zersetzungsprodukte und deshalb (in wesentlicher Menge wenigstens, auskristallisiert usw.) nicht vor einem bestimmten Stadium der Reife denkbar, in dem das Chlorophyll schon in Zersetzung und auch sonst der Zellinhalt in Degeneration begriffen ist (vgl. die Kerne betreffend früher S. 367).

—

. Eine erste Gruppe von Versuchen hatte die Beziehungen der Carotinbildung zu den Ernährungsbahnen zum Gegenstand. Die Gefäßbündelstränge des Mesocarps, soweit es konsistenten Charakter behält (vgl. unsere 1. Mitt., S. 367), liegen ungefähr im Kreise geordnet und so verteilt, daß die größten unter den stärker hervortretenden Warzenreihen der Fruchtoberfläche stehen. Daß eine Beziehung zwischen den Gefäßbündelsträngen und der Carotinbildung überhaupt besteht, geht schon daraus hervor, daß die Umgegend der Gefäßbündel, z. B. die Streifen oder Kanten über den größten derselben, später die grüne Farbe mit dem Gelb des Reife-

1) SCHIMPER, A. F. W., Ueber die Entwicklung der Chlorophyllkörner und Farbstoffkörper. Bot.-Ztg. 1883, 41. S. 145.

zustandes vertauschen und, daß von dieser Zone sich wiederum die außen liegende vom Gefäßbündel entfernte Partie sich zuerst gelb färbt. Ebenso ist ohne weiteres klar, daß — auch bei *Momordica Charantia* mit eigner in Betracht kommender Assimilationstätigkeit — ein Zusammenhang mit der Ernährung durch die Leitbündel aus dem Fruchtstiel vorliegt, denn stets bleibt erstlich die (morphologisch) basale Partie der Frucht am längsten grün und zweitens von dieser fast bei allen reifen Früchten auch noch die innere Zone des festen Mesocarps, die in jener Region die Gefäßbündel noch als geschlossenen Ring erkennen läßt.

Unsere Versuche gingen darauf aus, durch Schnitte die Gefäßbündel zu unterbrechen und dadurch für gewisse Partien den Zustrom vom Fruchtstiel zu unterbrechen resp. an andern vielleicht Stauung hervorzurufen. Was dabei den Einfluß der Verwundung selbst betrifft, so kann er nur gering sein, insbesondere da die Schnitte an sorgfältig abgewaschenen Stellen und mit sterilem Messer ausgeführt wurden. Es erwiesen sich Schnitte durch das Exo- ins Mesocarp, die nicht bis auf die Gefäßbündel reichten, fast wirkungslos, indem ein Vernarben sicher eintrat und die Färbung der betreffenden Stelle in nichts von der Umgebung abwich. Dagegen zeigte sich nun bei die stärkeren Leitbündel treffenden Querschnitten stets ein früheres Gelbwerden der Oberfläche (morphologisch!) oberhalb des Schnittes (also vom Stiel abgekehrt!) und ein längeres Grünbleiben der entgegengesetzten Zone (zum Stiel hin!). Die Abweichung vom normalen Verhalten mußte dabei selbstverständlich durch Vergleich mit in derselben Höhe der Frucht belegenen Partien erschlossen werden, da wir oben sahen, daß die (morphologisch) obere Hälfte der Frucht eher gelb wird als die untere. Zu beachten war ferner eine annähernd ähnliche Lage zu den Gefäßbündeln, da wir gleichfalls oben feststellten, daß die Umgegend der Gefäßbündel länger grün bleibt als die dazwischen liegenden Strecken. Aus diesem Grunde waren sehr junge Früchte in der Reaktion weit weniger exakt als ältere, der in der Reife erreichten Größe näherstehende. In jüngeren liegen die Gefäßbündel so viel dichter zusammen, daß eine Unterbrechung des Ernährungsstroms durch einen Schnitt bei weitem nicht in dem Maße wirkt wie bei den älteren, bei denen die Gefäßbündel auseinandergerückt sind. Daß es sich beim Ausfall der Versuche wirklich in allen Fällen um Störung der Stoffzuleitung handelt und nicht um Einfluß der stärkeren Verwundung, zeigten uns auch parallele Versuche mit gleich tiefgehenden Längsschnitten, die (wenigstens hinsichtlich der Farbstoffbildung) wir-

kungslos waren. Endlich zeigten sich auch nach zwei Tagen etwa mit dem Deutlichwerden der Farbstoffunterschiede oberhalb und unterhalb der Querschnitte die Siebröhren der dem Stiel zugekehrten Zone stark gefüllt mit Inhalt, die der entgegengesetzten wesentlich entleert.

Die Versuche vorliegender Art wurden an beiden *Momordica*-spezies ausgeführt. Ein Unterschied war insofern zu bemerken, als bei *Momordica Charantia* die Reaktion weniger scharf ausfiel: (morphologisch) oberhalb der Querschnitte war länger als bei *M. Balsamina* eine grüne Färbung zu erkennen, was seinen Grund in der schon angeführten eignen photosynthetischen Produktion haben muß.

Ähnliche Versuche haben wir dann auch mit Tomaten angestellt und zwar an grün gepflückten kleinen Eiertomaten. Die Tomate besitzt infolge ihrer starken Cuticula gute Haltbarkeit und zeigt dabei ausgedehnte Nachreife über mehr als eine Woche hin. Die volle Nachreife geschieht an der morphologischen Spitze am besten und an der gesamten Frucht im Dunkeln annähernd so wie im Licht. Es stellte sich nun heraus, daß selbst an den gepflückten Früchten von der Basis noch ein Saftstrom nach der morphologischen Spitze statthat, denn Querschnitte ergaben auch hier noch oft das gleiche Resultat wie bei *Momordica*, d. h. längeres Grünbleiben der Zone vor dem Schnitt und früheres Rotwerden auf der anderen Seite.

Aus den Schnittversuchen folgern wir, daß ein früher als normal erfolgendes Aufhören der Nahrungszufuhr die Carotinbildung beschleunigt, Stauung der zugeführten Nährstoffe dagegen sie über gewöhnliches Maß hintanhält.

Eine zweite Reihe von Versuchen bezweckte die Hemmung des Wachstums durch Unterbindung der Atmung. Dies wurde erreicht durch Überstreichen mit Kakaobutter[1]) und geschah in den meisten Fällen natürlich nur lokal auf einzelnen Teilen der Fruchtoberfläche.

Ein Versuch (*Momordica Charantia*) wurde mit völliger Bestreichung einer etwa 2,5 cm langen Frucht (etwa ein Drittel bis

1) Es war wünschenswert, die Kakaobutter etwas gefärbt zu verwenden, um die bestrichenen Stellen von der oft wachsgelblichen Oberhaut der *Balsamina* sich abheben zu sehen. Herr Professor CORRENS, dem wir dafür dankbar sind, empfahl uns Cyanin. Es gelang uns, diesen Farbstoff — aber nur nach Lösung in Alkohol — mit dem Kakaofett glatt zu vereinigen.

ein Viertel der normal zu erreichenden Größe) angestellt. Es zeigte sich bei diesem wie bei allen anderen Versuchen der Gruppe bald, daß die größeren spitzen Warzen der *Charantia*, die eine besonders intensiv grüne Farbe tragen, ein besonders lebhaftes Wachstum besitzen, das unabhängig ist von der Zunahme der Frucht insgesamt. Sie durchbrechen deshalb oft die Schicht der Kakaobutter und machen ein aufmerksam wiederholtes Bestreichen nötig.

Bei den Resultaten der Versuche, die mit Kakaobutter angestellt wurden, sind deutlich zu trennen die an jüngeren noch weit von der Reifegröße entfernten und die an älteren Früchten.

I. Versuche an jüngerem Material.

A. *Momordica Balsamina*.

1. Morphologische Spitze der Frucht bis auf etwa die Hälfte der Gesamtlänge mit Kakaobutter bestrichen: anfangs weniger grüne Farbe in der bestrichenen Partie als in der freien, dann in der letzteren eher Gelbfärbung als in der ersteren (umgekehrt wie normal!).

2. Drei je etwa ein Sechstel des Umfangs der Frucht einnehmende Streifen von Kakaobutter über die ganze Länge der Frucht gezogen: an allen bestrichenen Stellen später Carotinbildung wie an den freien, auch bei dem Streifen der teilweis auf der konvexen Partie der gekrümmten Frucht liegt (also dort umgekehrt wie normal!).

3. Völlig in Kakaobutter eingehüllte Frucht: die volle Größe wird nicht erreicht, ein Ergrünen ist nicht zu verzeichnen[1]), plötzlich tritt überall gleichmäßig Gelbwerden ein (die Frucht erwies sich dann innen als völlig reif, das Aufplatzen war unvollkommen).

B. *Momordica Charantia*. Die Versuche weichen insofern ab, als die Erfolge des Bestreichens einzelner Stellen in der gleichen Richtung wie oben aber schärfer bemerkbar sind, das heißt die Carotinbildung setzt relativ früher ein, das Wachstum ist mehr gehemmt.

II. Versuche an älterem Material fallen durchweg von einer Stufe des Reifeprozesses an (bei *Mom. Balsamina* nach erfolgtem Ergrünen) weniger prägnant aus; ist die Carotinbildung beim Bestreichen einer Stelle schon im Gang, so ist der Erfolg oft gleich Null.

1) Es würde, wo es eintritt, durch den bläulichen Fettüberzug wohl sichtbar sein, auch bröckelten fast täglich vorübergehend Stücke des Überzugs ab.

Bei allen Versuchen ist endlich zu beobachten, daß die Carotinbildung von einem Gebiet, in dem sie beginnt, kontinuierlich die Nachbargebiete ergreift, also, z. B. bei Fettstreifen in der Längsrichtung, in der Spitzenpartie der Frucht, wo sie an den freien Stellen beginnt, wohl auch eher auf die bestrichnen Teile übergreift, als sie nach oben fortschreitet, wenigstens auf die unmittelbar benachbarte Zone. Ebenso breitet sich, von etwa durch Sprengung des Überzugs freigewordenen Spalten aus, falls man diese offen läßt, beginnende Carotinbildung aus.

Im ganzen dürfen wir folgern, daß durch Hemmung der Atmung der Reifeprozeß der Frucht, eventuell das Wachstum, aufgehalten wird. Das gilt insbesondere auch von der in den letzten Stadien dazu gehörenden Zersetzung etwa vorhandenen Chlorophylls und gleichzeitigem Auftreten von Carotin. Dies setzt aber schließlich, wenngleich verspätet gegenüber den freien Stellen, auch an den gehemmten ein, unter Umständen mit Überspringung einer Stufe des Reifeprozesses.

Ein Versuch mit lokaler mechanischer Hemmung (ein Glasring wurde um die Spitzenhälfte der jungen Frucht gelegt) zeigte im wesentlichen gleiches Ergebnis wie die vorige Reihe von Versuchen. Die gehemmte Partie blieb so stark im Wachstum zurück, daß die Frucht in der freien Hälfte stärker wurde. In dieser färbte sie sich eher gelb. Von der im Glasring steckenden Spitzenpartie wurde aber durch die inzwischen eintretende einseitige Krümmung der Frucht der konkave Teil vom mechanischen Druck frei und begann sich teilweise früher gelb zu färben als der konvexe ans Glas gepreßte.

Der Vorgang der Carotinbildung in der reifenden Frucht stellt sich aus unsern Befunden dar als ein Prozeß, der normalerweise bedingt ist durch abgeschlossenes Wachstum, Aufhören der Ernährung, Zersetzung des Chlorophyllfarbstoffes (und Degeneration der Zellbestandteile). Wird eines dieser Momente vorzeitig herbeigeführt, so kann der Vorgang beschleunigt, tritt ein sü über Gebühr spät ein, so kann er verlangsamt werden. Die Carotinbildung selbst ist Produktion eines Stoffes, der in der gereiften Zelle an den Trägern des Chlorophylls auskristallisiert. Es ist möglich, daß dieser Stoff selbst oder aber die ihm unmittelbar vorausgehenden Zersetzungsstoffe als

Giftstoffe auf intakte Zellen wirken und daß so die Carotinbildung sich ausbreiten kann, wenn sie lokal bevorzugt eintrat. Diese letzte Erscheinung wäre auch erklärlich durch die Annahme, daß die Carotinproduktion von der Atmung resp. dem Sauerstoffzutritt unmittelbar abhinge, und vielleicht das Carotin, wo einmal vorhanden, die Rolle eines Sauerstoffüberträgers spielte, wie das von zoologischer Seite vertretene Ansicht ist[1]). Dadurch würde die überaus rasche und schnell allerorten beendete Gelbfärbung (Vollreife der Frucht) begreiflich, während diese nach dem Verhalten der Nährstoffbahnen, dem an sich ungleichmäßigen Wachstum der Teile usw. nicht als so plötzlich vollzogen zu erwarten wäre.

Münster (Westf.), 21. November 1910. Botanisches Institut der Universität.

66. Gustav Gassner: Über Keimungsbedingungen einiger südamerikanischer Gramineensamen.

(II. Mitteilung.)

(Eingegangen am 24. November 1910.)

Keimversuche mit Samen von *Stenotaphrum glabrum* Trin.

Die Samen von *Stenotaphrum glabrum* wurden Ende März 1909 in Sayago bei Montevideo gesammelt und dann nach verschieden langer trockener Aufbewahrung zum Keimen ausgelegt. Die Versuchsanstellung war dieselbe wie bei den in der vorigen Mitteilung besprochenen Versuchen mit *Chloris ciliata* und *C. distichophylla*, weshalb darauf verwiesen sei[2]).

Die Versuchsergebnisse sind im folgenden in 3 tabellarischen Zusammenstellungen wiedergegeben.

1) Versuche der Gräfin LINDEN nach KOHL, l. c.

2) GASSNER, Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 1910, Heft 7.

1. Keimversuche im dunklen Keimbett.

Alter der Samen bei Versuchsbeginn (= Zeit von der Ernte bis zum Auslegen ins Keimbett)	Erzielte Keimprozente bei						
	15—17,5°	20—22,5°	25—27,5°	30—32,5°	35°	37,5°	40°
10 Wochen	0	—	28	—	—	—	—
14 „	0,5	—	23,5	—	—	—	—
15 „	0	—	20	—	—	—	—
16 „	—	—	24	—	—	—	—
16 „	0,5	—	28,5	37,5	—	—	—
27 „	—	—	—	—	—	31	—
30 „	—	13,5	41	49	—	—	0
34 „	—	—	—	—	61	—	—
37 „	—	14	43	53	—	—	—
38 „	—	12	43,5	60	—	26	0
40 „	—	14,5	39	61,5	—	29,5	—

2. Keimversuche in gedämpftem Tageslicht.

(Obere Petrischale mit Fließpapier.)

Alter der Samen bei Versuchsbeginn (= Auslegen ins Keimbett)	Erzielte Keimprozente bei		
	20—23°	(24—)30°	31—35°
14 Wochen	—	58	—
15 „	—	54	—
31 „	24,5	—	—
34 „	—	—	73
37 „	—	—	73
38 „	—	—	68,5
40 „	—	—	81

3. Keimversuche in vollem Tageslicht.

(Obere Petrischale ohne Fließpapier.)

Alter der Samen bei Versuchsbeginn (= Auslegen ins Keimbett)	Erzielte Keimprozente bei		
	20—23°	24—30°	31—35°
14 Wochen	—	55,5	—
15 „	—	54	—
31 „	25	—	—
34 „	—	—	84
37 „	—	—	77
38 „	—	—	73,5
38 „	—	—	73 (oberer Deckel der Petrischale gelb, also gelbes Licht!)
40 „	—	—	78,5

Der Vergleich der Tabellen zeigt, daß die Samen von *Stenotaphrum glabrum* sowohl in Dunkelheit wie im Licht keimen, aber im Licht mit deutlich höherem Prozentsatz als in Dunkelheit. Das Keimungsminimum liegt etwas unter 20 °, das Optimum bei 35 ° und das Maximum etwas unter 40 °. Auffallend und bemerkenswert ist, daß nur bei einer eng begrenzten Temperatur das maximale Keimprozent erreicht wird, im Gegensatz zu dem Verhalten vieler anderer Samen, bei denen die Temperatur im Keimbett innerhalb weiter Grenzen (bei Samen von *Medicago sativa* z. B. mindestens zwischen 20 ° und 37 °, bei ausgereiften Roggensamen zwischen 0 ° und 30 ° usw.) schwanken kann, ohne daß das schließlich erreichte Keimprozent in Mitleidenschaft gezogen wird. Daß nur bei einer ganz bestimmten Temperatur ein Auskeimen mit dem maximalen Keimprozent erfolgt, ist eine Erscheinung, die sich bei vielen südamerikanischen Gramineensamen zu finden scheint, auf die auch bei der im folgenden zu besprechenden Keimung von *Paspalum dilatatum* nochmals hingewiesen wird. Praktisch ist diese Feststellung nicht unwichtig, da die Versuchsstationen bei der Feststellung der Keimfähigkeit dieser Samen auf genaue Innehaltung ganz bestimmter Temperaturen innerhalb enger Grenzen zu achten hätten was natürlich derartige Untersuchungen sehr erschwert.

Von weiteren Ergebnissen ist noch die aus der Tabelle 1 hervorgehende Bedeutung der Nachreife der Samen zu erwähnen: jüngere Samen von 10—15 Wochen keimen schlechter als länger nachgereifte (nach 37—40 Wochen langer trockener Aufbewahrung). Mit Vortrocknung der Samen wurden einige Versuche angestellt, die jedoch noch kein endgültiges Urteil gestatten, es scheint, als ob bei frisch geernteten Samen das Keimprozent durch längere Vortrocknung bei 55 ° gesteigert wird. Mit vorübergehender Einwirkung niederer Temperaturen im Keimbett (0 °, 6—10 ° auf 1—4 Tage) wurden verschiedentlich Versuche angestellt, jedoch alle mit negativem Ergebnis, im Gegensatz zu den im zweiten Teil dieser Mitteilung besprochenen Keimversuchen mit *Paspalum dilatatum*.

Aussaatversuche im botanischen Garten im Spätherbst und Winter blieben ohne Erfolg; dagegen keimten die Samen bei den im Frühjahr und Sommer gesäten Beeten ziemlich regelmäßig. Diese Beobachtungen scheinen mit dem natürlichen Vorkommen von *Stenotaphrum glabrum* übereinzustimmen; Hauptblütezeit ist der Sommer. Über die Keimung unter natürlichen Verhältnissen macht ARECHAVALETA[1]) noch die Angabe, daß die Samen sich nicht von der Ährenspindel trennen, sondern dort selbst zum Auskeimen

1) ARECHAVALETA, Las Gramineas Uruguayas. Montevideo, 1894, S. 163.

kommen. Die betr. Stelle lautet in Übersetzung: „Wenn die Ährchen dazu kommen, die Körner zu reifen, fällt die Spindel, welche sie trägt, in Bruchstücken, jedes Bruchstück mit der entsprechenden Frucht, zu Boden, und so angeheftet an die Spindel keimen die Samen."

Keimversuch mit Samen von *Paspalum dilatatum* Poir.

Paspalum dilatatum Poir. gehört ebenso wie die vorigen Gramineen zu den Gräsern der südamerikanischen Pampas, deren Samen im Spätsommer oder Herbst zur Reife kommen. Das Material zu den nachfolgenden Versuchen war Ende März 1909 geerntet. Die Ährchen von *Paspalum dilatatum* sind sehr häufig von *Helminthosporium Rarenelii* Curtis et Berk befallen, und auf das Auftreten dieses Pilzes dürfte es wohl zurückzuführen sein, wenn die maximal erzielten Keimprozente die Zahl 50 nur wenig überschritten. Versuche mit stark durch diesen Pilz befallenen und durch Zusammenkleben der Spelzen und Schwärzung kenntlichen Samen ergaben deren völlige Keimunfähigkeit, und wenn diese Samen auch, soweit sie kenntlich waren, ausgelesen und entfernt wurden, war es doch nicht möglich, diese Auslese bei den schwächer befallenen Samen mit Sicherheit durchzuführen. Inwieweit das Auftreten des Pilzes sonst die Ergebnisse beeinflußt hat, muß dahingestellt bleiben.

Frisch geerntete Samen erwiesen sich bei den verschiedensten Temperaturen als völlig keimunfähig. Mit vorschreitender Nachreife (bei trockener Aufbewahrung im Zimmer) findet ein allmähliches Ansteigen des Keimprozentes statt. Durch Anwendung höherer Temperaturen (Vortrocknung der Samen) wird der Nachreifeprozeß stark beschleunigt, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Keimversuch mit Samen von *Paspalum dilatatum*.

Alter der Samen bei Versuchsbeginn (= Zeit der trockenen Aufbewahrung bis Auslegen ins Keimbett)	Samen nicht vorgetrocknet — Keimprozent bei		Samen vorgetrocknet 7 Tage bei 55° — Keimprozent bei	
	25°	30°	25°	30°
0 Wochen	0	0	—	—
10 „	1	5	—	—
14 „	—	4	12	38,5
19 „	1	10	9,5	37
25 „	2,7 *)	11,3 *)	18,7 *)	49,7 *)
27 „	4,5 *)	10,8 *)	20,2 *)	51,2 *)
28 „	1,3 *)	10,7 *)	—	—
30 „	—	—	19,2 *)	48,8 *)

*) Durchschnittswerte verschiedener Versuchsreihen.

Mit vorgetrockneten Samen wurde dann weiter die Bestimmung der minimalen, optimalen und maximalen Keimungstemperatur vorgenommen. Das Minimum ergab sich ziemlich genau mit 20°, das Maximum mit 40°, das Optimum mit 30—37°. Auch hier bedeutet die optimale Keimungstemperatur nicht nur die Temperatur des schnellsten Keimungsverlaufs, sondern vor allem die der maximalen Keimprozente (siehe z. B. die vorstehende Tabelle).

Da nun unter natürlichen Verhältnissen — die Samen werden im Herbst gebildet und überdauern, ohne zu keimen, den Winter — keine Beschleunigung des Nachreifeprozesses durch Vortrocknung der Samen stattfinden kann, andererseits aber auch die im Freien überwinterten Samen im Frühjahr auf den Beeten des Botanischen Gartens gut keimten, müssen außer der Vortrocknung noch andere Faktoren die Keimung im günstigen Sinne beeinflussen. Die mit Einwirkung von Licht im Keimbett angestellten Versuche ergaben keine Erhöhung des Keimprozentes, *Paspalum dilatatum* gehört also nicht zu den Lichtkeimern; vielmehr zeigte es sich, daß die Samen dieser Gramineae unter natürlichen Verhältnissen durch die starken täglichen Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht, also durch intermittierende Einwirkung niederer Temperaturen, zum Auskeimen gebracht werden.

Im folgenden gebe ich eine Zusammenstellung einiger Versuchsreihen, in denen die Samen unmittelbar nach dem Auslegen ins Keimbett (auf Fließpapier in Petrischalen) auf verschiedene Zeit niederen Temperaturen ausgesetzt und dann bei 25° bzw. 30° zur Keimung gebracht wurden.

Keimversuch mit Samen von *Paspalum dilatatum*.

Angewandte niedere Temperaturen	Keimprozente bei 25° und vorheriger Einwirkung der entspr. niederen Temperaturen auf							Keimprozente bei 30° und vorheriger Einwirkung der entspr. niederen Temperaturen auf						
	0	1	2	3	4	5	7	0	1	2	3	4	5	7
	Tage							Tage						
1 7°			—			—	—	—	16	—	10,5	—	—	—
6°	1,5	11,5	17	26,5	22	16,5	25,5	10,5	43,5	50	55,5	55	40	47
6—9°	2	15	22,5	8,5	12,5	8	8,5	11	50	54	51,5	50	44	53
15°	3	3,5	2,5	4	4	3	4	12,5	37	49	47,5	56	52,5	54
25°		—	—	—			—	9,5	40	35	41	44	38,5	47

Die zu den vorstehenden Versuchen verwendeten Samen waren 25—30 Wochen alt und nicht bei höheren Temperaturen vorgetrocknet. Frisch geerntete Samen lassen sich auch nicht durch

vorübergehende Anwendung niederer Temperaturen zum Auskeimen bringen, so daß die Samen stets einer gewissen Nachreife bedürfen, um überhaupt zum Keimen zu kommen. Es ist das biologisch nicht unwichtig; unter natürlichen Verhältnissen können die Samen von *Paspalum dilatatum* trotz der auch im Herbst vorliegenden Einwirkung intermittierender niederer Temperaturen wegen ungenügender Nachreife nicht zu dieser Jahreszeit, sondern erst im nächsten Frühjahr auskeimen.

Bei Samen, deren Nachreife durch längere Vortrocknung bei höheren Temperaturen künstlich beschleunigt ist, können vorübergehend einwirkend niedere Temperaturen das Keimprozent nicht mehr in dem Maße heben, wie das bei nicht so vorbehandelten Samen der Fall ist. Ist die Nachreife eine vollständige, was durch 1—2 wöchige Vortrocknung bei 50—60° erreicht werden kann, braucht sich, wir mir das Versuchsreihen bei 30° Keimungstemperatur zeigten, überhaupt kein fördernder Einfluß niederer Temperaturen im Keimbett mehr geltend zu machen, da diese Samen auch so mit dem maximalen Keimprozent auszukeimen pflegten.

Die Samen von *Paspalum dilatatum* zeigen also nur unter gewissen Bedingungen, d. h. in einem gewissen Stadium der Nachreife die Notwendigkeit der vorübergehenden Einwirkung niederer Temperaturen für den Verlauf des Keimungsprozesses; da dieses Stadium bei den im Herbst geernteten Samen nach 20—30 Wochen vorliegt, erscheint der Schluß berechtigt, daß unter natürlichen Verhältnissen die Keimung im Frühjahr tatsächlich durch vorübergehende Einwirkung niederer Temperaturen ausgelöst wird. Über das regelmäßige Vorkommen genügend tiefer Temperaturen im Klima von Uruguay, vgl. die in der I. Mitteilung gegebene Zusammenstellung[1]).

Die weiteren Versuche dienten der genaueren Feststellung derjenigen niederen Temperatur, die am besten das Auslösen der Keimung bewirkt. Aus dem sehr umfangreichen Versuchsmaterial (68 600 Samen), von dessen vollständiger Wiedergabe hier abgesehen werden muß, läßt sich bis jetzt folgendes schließen.

Es ist nicht möglich, eine bestimmte niedere Temperatur als optimale zum Auslösen der Keimung zu bezeichnen, da unter verschiedenen Bedingungen verschiedene „niedere" Temperaturen die

1) Gassner l. c. und Derselbe in „Beobachtungen u. Versuch. über d. Anbau a. d. Entw. v. Getreidepfl. im subtrop. Klima", Jahresber. d. Vereinig. f. Angew. Bot., 1910.

für die einzelnen Keimungstemperaturen maximalen Keimziffern erzielen lassen. Zunächst ist der Erfolg der vorübergehenden Einwirkung einer niederen Temperatur auf die Hebung des Keimprozentes bei verschiedenen Keimungstemperaturen ein sehr verschiedener. Wie schon aus der obigen Tabelle (S. 508) hervorgeht, wirkt ein mehrtägiger Aufenthalt der Samen bei 15° keimungsauslösend, wenn die Keimungstemperatur 30° beträgt, dagegen nicht oder kaum, wenn dieselbe 25° beträgt. In diesem Fall ist die Anwendung tieferer Temperaturen nötig, um ein Steigen des Keimprozentes hervorzurufen, während umgekehrt bei höheren Keimungstemperaturen schon Temperaturgrade als „niedere" Temperaturen einwirken, die weit über dem Keimungsminimum liegen. Bei einer Keimungstemperatur von 30° wirkt ein kurzer vorhergehender Aufenthalt von 25° großenteils keimungsauslösend und eine Versuchsreihe mit 37,5° Keimungstemperatur läßt keine andere Erklärung zu, als daß auch Temperaturen von etwas über 30° bei vorübergehender Einwirkung keimungsauslösend wirken können, wenn auch nur in beschränktem Maße.

Es sind also nicht die niederen Temperaturen, sondern die Temperaturdifferenzen, die wirksam sind. Jedoch läßt sich auch hier keine bestimmte Gesetzmäßigkeit in dem Sinne feststellen, daß eine konstante Temperaturdifferenz, also die Erhöhung um eine bestimmte und stets gleiche Anzahl von Wärmegraden die Keimung auslöst. Soweit die bisherigen Versuche erkennen lassen, ist bei höheren Temperaturen eine geringere Temperaturdifferenz zwischen vorher einwirkender „niederer" Temperatur und schließlicher Keimungstemperatur nötig als bei geringeren Keimungstemperaturen. Bei 25° Keimungstemperatur werden Temperaturen von 15° kaum als intermittierend empfunden, bei Keimungstemperaturen von 30° dagegen solche von 25°, bei 35° solche von 30°, also Temperaturerhöhungen von nur 5° während des Keimungsprozesses. Zur Erzielung der maximalen Keimprozente empfiehlt sich jedoch auch hier die Anwendung größerer Temperaturdifferenzen; bei einer Keimungstemperatur von 30–35° gibt eine mehrtägige Einwirkung von 10—20° sehr gute und regelmäßige Ergebnisse.

Die Länge der Einwirkung einer bestimmten niederen Temperatur ist natürlich ebenfalls nicht bedeutungslos. Bei geeigneten Temperaturgraden wirkt schon Aufenthalt von weniger als einem Tage keimungsauslösend. Sechsstündiger Aufenthalt bei 6—9° und darauffolgende Keimungstemperatur von 30° ließen die Samen mit dem maximalen Keimprozent von 53 auskeimen. Längerer Aufent-

halt der Samen im Keimbett bei niederen Temperaturen schadet meist nicht, wenn nicht gerade sehr tiefe Temperaturen zur Anwendung kommen. Temperaturen unter 0 ° setzen das Keimprozent herunter anstatt herauf, wenn sie mehr als wenige Tage einwirken. Auch Temperaturen von 0 ° können denselben Erfolg haben, namentlich, wenn die Samen nicht unmittelbar nach dem Auslegen ins Keimbett diesen Temperaturen ausgesetzt werden, sondern erst einige Tage bei höheren Temperaturen gehalten und dann ins Kalte gebracht werden. Überhaupt sind die erhaltenen Keimprozente verschieden, wenn die Versuchsanstellung in der Weise abgeändert wird, daß die Samen im Keimbett zunächst bei der Keimungstemperatur, z. B. 30 ° auf einige Tage, dann auf bestimmte Zeit niederen Temperaturen ausgesetzt und dann endgültig bei 30 ° zum Keimen gebracht werden. Längerer Aufenthalt bei tiefen Temperaturen (unter 0 °) wirkt dann sichtlich stärker schädigend, als wenn die Samen unmittelbar nach dem Auslegen diesen Kältegraden ausgesetzt werden. Daß es sich hier um eine Schädigung handelt, erkannt man daran, daß durch künstliche Vortrocknung genügend nachgereifte Samen, die, wie oben gezeigt, auch ohne Einwirkung niederer Temperaturen mit dem maximalen Keimprozent auskeimen, eine Herabsetzung der Keimziffer erkennen lassen, wenn der Keimungsprozeß durch einen vorübergehenden Aufenthalt bei Temperaturen unter 0 ° unterbrochen wird. Unter natürlichen Verhältnissen kommen übrigens lang andauernde Temperaturen unter 0 ° nicht vor, das Vorliegen derartiger Temperaturen beschränkt sich auf wenige Nachtstunden.

Die zu den vorstehenden Versuchen verwendeten Samen von *Paspalum dilatatum* waren zur selben Zeit und an denselben Stellen gesammelt, wo auch die in der I. Mitteilung besprochenen Samen von *Chloris ciliata* entnommen waren. Beide Gräser zeigen in Uruguay vielfach dasselbe Vorkommen und dieselben Vegetationsverhältnisse, keimen im Frühjahr, blühen im Sommer und bilden im Spätsommer und Herbst die Samen. Trotz dieser Übereinstimmungen ist die Keimungsart eine verschiedene: *Chloris ciliata* gehört zu den Lichtkeimern, *Paspalum dilatatum* dagegen wird im Frühjahr durch die Einwirkung der niederen Nachttemperaturen zum Auskeimen gebracht.

Der Keimversuche mit Samen von *Paspalum cromyorrhizon* Trin. sei hier nur anhangsweise gedacht. Dieselben waren bei konstanten Temperaturen weder im Licht noch in Dunkelheit zum

Keimen zu bringen. Auf vorübergehende Einwirkung niederer Temperaturen im Keimbett reagierten die Samen mit dem Eintreten vereinzelter Keimungen, was darauf hindeutet, daß die keimungsauslösenden Faktoren ähnliche sind wie bei *Paspalum dilatatum*. Jedoch waren die so erhaltenen Keimprozente derart geringe, daß die Frage nach den Keimungsbedingungen des *Paspalum eromyorrhizon* bisher nicht als gelöst betrachtet werden kann.

Berlin, Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, November 1910.

Sitzung vom 30. Dezember 1910.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem am 20. August d. J. erfolgten Ableben unseres ordentlichen Mitgliedes, Herrn

Grafen **v. Arnim-Schlagenthin**

auf Nassenheide.

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen in üblicher Weise.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Grün, Carl, Assistent am Laboratorium für allgemeine Botanik an der Universität in **Zürich III**, Zeughausstr. 1 (durch A. ERNST und W. WÄCHTER),

Strigl, Dr. Max, in **Innsbruck**, Universität (durch E. HEINRICHER und A. SPERLICH),

in der Sitzung der Ortsgruppe Dresden-Tharandt vom 30. Dezember Frau

Haase, Gertrud, verw. Dr. med., in **Dresden-A.**, Eisenstuckstr. 28 (durch B. SCHORLER und R. SCHWEDE).

Herr R. KOLKWITZ sprach kurz über „Quantitative Planktonstudien" und zeigte einige mit entsprechenden Proben gefüllte Präparatengläser vor. Diese Proben stammten:

1. aus einem norddeutschen Niederungssee,
2. aus einem mitteldeutschen Gebirgssee,
3. aus einem Strom, dem Rhein.

Das erste Glas enthielt vorwiegend *Polycystis aeruginosa* Ktz. (aus 200 l Wasser), das zweite fast ausschließlich *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) (aus 1000 l Wasser), die dritte Gläserserie hauptsächlich Pseudoplankton in Form von Detritus und Pflanzenresten sowie geringe Mengen von *Oscillatoria rubescens* D. C. u. a. m. (aus 50 l Wasser).

An der Hand der Präparate wurde erläutert, daß erst quantitative Studien sowohl über das Eu-Plankton wie über das Pseudo-Plankton in Verbindung mit qualitativen Untersuchungen geeignet wären, den ökologischen Zustand der Planktonregion der Gewässer in ihrer Beziehung zu den anderen Regionen abschließend zu charakterisieren.

Die Resultate der laut § 22 der Satzungen vorgenommenen schriftlichen Wahlen wurden mitgeteilt: Es waren bis zum 15. Dezember 258 gültige Wahlzettel eingelaufen, die durch Herrn P. CLAUSSEN, als Mitglied der Wahlkommission, und dem Sekretär geöffnet und gezählt wurden. Sämtliche von der Kommission vorgeschlagenen Herren wurden mit großer Majorität gewählt. Die für die einzelnen Herren abgegebenen Stimmen schwankten zwischen 257 und 242, so daß also eine relativ geringe Zersplitterung der Stimmen zu konstatieren war. Eine Verlesung der für die einzelnen Herren abgegebenen Stimmen wurde in der Sitzung nicht gewünscht. — Es sind somit gewählt für das Jahr 1911:

Zum Präsidenten: K. V. GOEBEL-München.

Zum Stellvertreter des Präsidenten: H. CONWENTZ-Berlin.

Zum Schatzmeister: O. APPEL-Berlin-Dahlem.

Zu Ausschußmitgliedern:

C. CORRENS-Münster i. W.,
F. CZAPEK-Prag,
A. FISCHER-Basel,
E. HEINRICHER-Innsbruck,
L. JOST-Straßburg i. E.,
G. KARSTEN-Halle,
O. V. KIRCHNER-Hohenheim,
H. MOLISCH-Wien,
F. W. NEGER-Tharandt,
F. PAX-Breslau,
J. REINKE-Kiel,
H. SCHINZ-Zürich,
H. GRAF SOLMS-Straßburg i. E.,
E. STAHL-Jena,
A. WIELER-Aachen.

Mitteilungen.

67. I. Urban: Zwei neue Loasaceen von Sto. Domingo.

(Mit einer Textfigur und Tafel XV.)

(Eingegangen am 10. Dezember 1910.)

Die Gattung *Loasa* war bisher nur aus den Anden von Patagonien bis Mexiko, deren westlichen Vorbergen besonders in Chile und Peru, sowie in einigen wenigen Arten aus dem südöstlichen Brasilien bekannt; in dem nordöstlichen Südamerika, sowie in den Vereinigten Staaten ist sie bisher nicht angetroffen. Im Mai dieses Jahres wurde nun von dem Freiherrn H. VON TÜRCKHEIM auf seiner botanisch so erfolgreichen Reise in Sto. Domingo in der Umgebung des Ortes Constanza bei 1200 m Höhe eine Species dieser Gattung entdeckt, deren einzige nächste Verwandte: *L. parviflora* Schrad. im südöstlichen Brasilien (besonders im Staate Rio de Janeiro) bis nach Paraguay verbreitet ist. Die Art bietet aber noch dadurch ein besonderes Interesse, daß sie bereits von Père PLUMIER zwischen 1689 und 1697 in Haiti (dem damals Sto. Domingo genannten westlichen Teile der Insel) beobachtet, gezeichnet und beschrieben wurde. Die erst 1756 von dem Amsterdamer Professor J. BURMANN herausgegebene Abbildung wurde jedoch niemals als Wiedergabe eines Gliedes der Familie der Loasaceen erkannt. Schließlich zeigt auch der morphologische Aufbau der Pflanze so viel Sonderbares, daß er eine eingehendere Besprechung verdient.

Es möge nun zunächst eine Beschreibung folgen, damit die Pflanze in binärer Nomenklatur einen gültigen Namen erhält.

Loasa Plumieri Urb. tota planta setis urentibus obsita; foliis omnibus alternis, 1,5—4 cm longe petiolatis, ambitu ovatis, basi subcordatis, 3—8 cm longis, 2—6,5 cm latis, margine utroque 2—3-lobis, lobis plerumque triangularibus irregulariter serratis v. dentatis, membranaceis; inflorescentiis ex internodiis ramorum sine folio materno prorumpentibus, primo florem simplicem proferentibus, dein dichotomis, ramis cincinnosis, totis postremo usque 20-floris, prophyllo altero in cincinnis plerumque evoluto sed minuto lineari a pedicello deorsum remoto, pedicellis sub anthesi plerumque 1 cm, inferioribus postremo usque 2 cm longis; calycis lobis e basi latiore breviter ellipticis v. oblongis obtusis vix 1 mm longis; petalis albis 4 mm longis; squamis ex apice truncato fila tria subaequi-

longa basi interdum perpaullo connata superne sensim dilatata emittentibus; staminibus cr. 25; fructibus (non plane maturis) sphaeroideis.

Aralia humilis spinosissima folio malvae subrotundo Plum. Cat. Pl. Amer. (1703) p. 7.

Aralia spinulosa folio cordato sinuoso et crenato, pedunculis dichotomis Plum. ed. Burm. (1756) p. 22 tab. XXXI.

Rami setis urentibus flavidis v. inferne brunescentibus 3—4 mm longis patentibus obsiti et praeterea pilis minutis sub lente valida glochidiatis dense vestiti, inferne 4 mm crassi, ramosi. Folia apice et lobis acuta v. obtusa, supra tuberculis parvis rarius v. raro in pilum brevem excrescentibus granulata et parce setosa, subtus pilis minutis glochidiatis vestita et parce setosa. Inflorescentiae extraaxillares, cuphyllis binis inter vicinas interpositis; pedunculus usque 9 cm longus, pube ramorum; prophylla inferne deficientia superne evoluta 1—3 mm longa; pedicelli divaricato-patentes. Calycis tubus semiglobosus, sub anthesi vix supra 1 mm diametro, pilis crassiusculis glochidiatis patentibus densissime vestitus, setis deficientibus; lobi in aestivatione aperti, sub anthesi patenti-erecti, breviter pilosi. Petala navicluliformi-concava, apice non cucullata, explanata obovato-elliptica, inferne parum angustata, superne 2 mm lata, minute pilosula et parce setulosa. Squamae superne (ex sicco) luteae, vix 1,5 mm longae, inferne 0,7 mm latae, 3-nerves, margine inflexae, apice truncato non inerassato ipso fila superne sensim pluries latiora applanata carinata emittentes. Staminodia 2 interiora squamis basi adnata 2 mm longa, e basi latiore lanceolata, infra medium filiformi-angustata et ad apicem iterum clavato-dilatata, filis squamarum subaequilonga. Stylus postremo fere 3 mm longus aequicrassus glaber; stigma plumoso-capitatum. Fructus (junior vix 5 mm diametro.

Hab. in Sto. Domingo prope Constanza 1200 m alt. in sylvis fruticosis ad Tireo et Gajo de Mulo, m. Majo flor.: H. v. Türckheim n. 3343.

Obs. Habitu simillima *L. parviflora* Schrad. e Brasiliae civit. Rio de Janeiro, ubi frequenter Minas-Geraës, Bahia et e Paraguay eique solummodo affinitate arcta conjuncta; sed haecce optime recedit foliis superioribus (in parte florifera) pseudooppositis v. binatim approximatis, inflorescentiis ab initio cincinnose evolutis (pseudoracemosis), prophyllis omnino deficientibus, floribus et fructibus multo majoribus, petalis profunde excavatis cucullatis, filis squama pluries brevioribus filiformibus, staminodiis ad apicem subulatis, stigmate non inerassato (cf. Mon. Loasac. tab. VI f. 13—17).

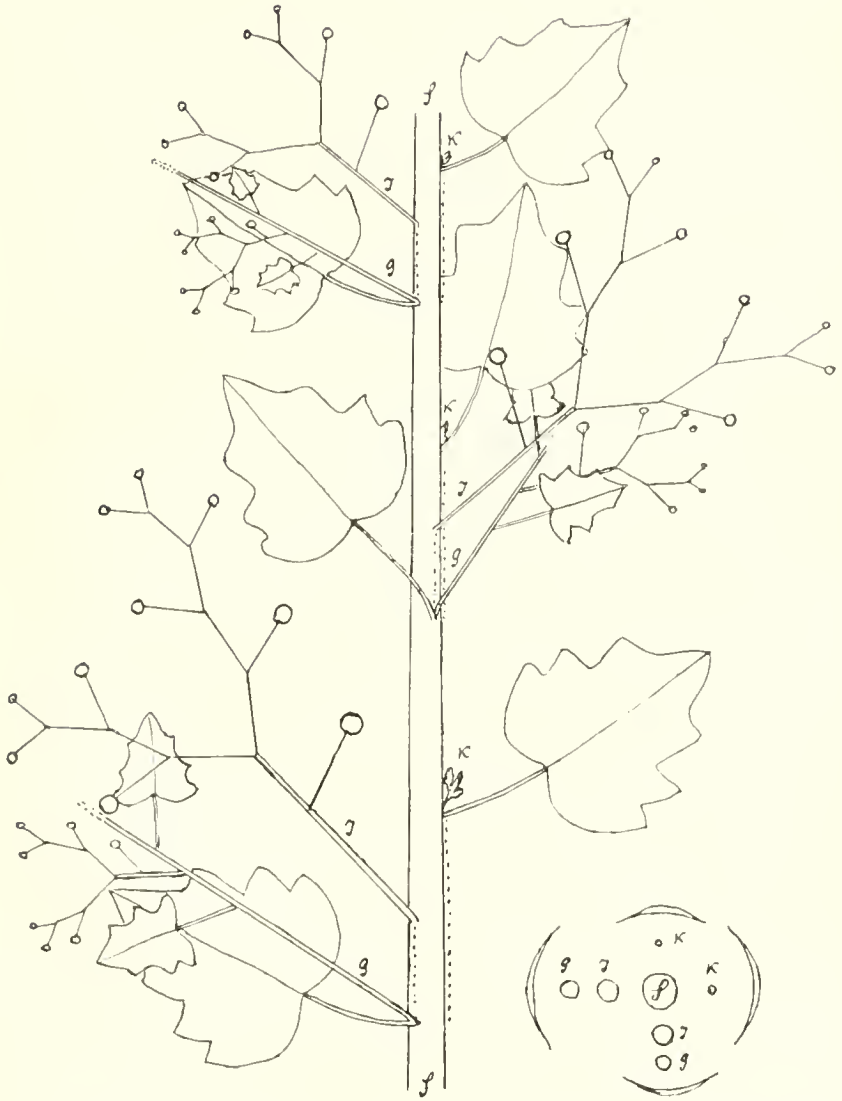
Die von mir zitierte Tafel PLUMIERs ist bisher niemals, soweit ich weiß, gedeutet worden; denn keine Pflanze wurde bis jetzt aus Haiti-Sto. Domingo bekannt, welche auch nur annähernd mit jener Abbildung verglichen werden könnte. Daß darin eine *Loasa* zu suchen sei, konnte auch mir, dem Monographen der Loasaceen, bei der öfteren Besichtigung der Tafel nicht in den Sinn kommen, da ja der Verbreitungsbezirk dieser Gattung auf das andine und das südöstliche Gebiet Südamerikas beschränkt ist.

Jetzt aber, wo eine echte *Loasa* aus Sto. Domingo vorliegt, ist an der obigen Deutung nicht mehr zu zweifeln. Die Beschreibung: Caules, rami, petioli et pedunculi setis spinosis (was wir jetzt urentibus nennen würden) undique obtecti, die Länge der Blattstiele, die Blattform, die Pedunculi dichotomi subdivisi, singuli solitarios sustinentes flores, die Form der unterständigen Früchte, der Kelchblätter und Kronenblätter sprechen durchaus dafür; ja, ohne Zwang kann man in den oberen Blüten deutlich die zu einem Ringe zusammentretenden charakteristischen Honigschuppen der Loaseen erkennen. Das einzig ungewöhnliche ist der Abgang der achselständig gezeichneten Blütenstände. Wir werden aber wohl nicht fehlgehen in der Annahme, daß diese nicht Einzelinflorescenzen sind, sondern axilläre Seitenzweige, die die Blütenstände hervorbringen, um so weniger, da der obere (einfacher gebaute) Teil der Pflanze fehlt; die vorhin wiedergegebene Beschreibung der Inflorescenz bei PLUMIER ist übrigens ganz zutreffend. Außerdem darf man von einem Botaniker am Ende des 17. Jahrhunderts nicht erwarten, daß er einen korrekten Aufriß einer in Wickeln auslaufenden Cyma zur Darstellung bringt.

Unsere Art gehört zu einer Gruppe von Species (Ser. *Parviflorae*), die durch ihren ganz besonders verwickelten morphologischen Aufbau ausgezeichnet sind, bildet aber darin noch den verhältnismäßig einfachsten Typus und ist deshalb an die Spitze der Serie zu setzen. Die Blätter sind alternierend decussiert. Die Achselsprosse derselben nehmen an den Zweigen nicht, wie sonst überall an krautigen diesjährigen Achsen, von unten nach der Spitze an Größe und Ausbildung allmählich ab, sondern es wechseln immer größere Achselsprosse mit kleineren ab, und zwar derartig, daß sowohl die größeren wie die kleineren Sprosse, jede Reihe für sich, nach der Spitze zu gleichmäßig abnehmen. Auf je zwei Laubblätter folgt ein Blütenstand, welcher aus der Mitte des folgenden Internodiums ohne Tragblatt einseitig und zwar genau oberhalb des Laubblattes mit dem größeren Sprosse abgeht; von den aufeinander folgenden Internodien produziert also das eine immer eine Inflorescenz, während das andere einer solchen entbehrt. Faßt man nun einen Teil des Stengels mit zwei Laubblättern und der dazwischen abgehenden Inflorescenz ins Auge und projiziert die Laubblätter und deren Achselsprosse nebst dem Pedunculus in eine Ebene, so findet man, daß die genannten Organe in einer Mediane stehen, und tut man dasselbe mit dem folgenden Stengelabschnitte, so schneidet die Mediane dieser Organe die der erstgenannten rechtwinklig, während die Organe des

dritten Stengelabschnittes wieder genau über die des ersten fallen. Die aufeinander folgenden Infloreseenzachsen divergieren dann um 90°. Diese eigentümlichen Verhältnisse lassen sich nun in folgender Weise erklären. Die scheinbare Hauptachse besteht aus wickelig verketteten Sympodialgliedern: zwei laubige Vorblätter, von denen das eine seinem Achselprodukte (dem kontinuierlich erscheinenden Zweige) hoch hinauf angewachsen ist und außerdem noch eine unterständige Beiknospe (die obengenannten kleineren Seitenzweige) führt, während das andere tiefer stehende Vorblatt den größeren Achselsproß hervorbringt; zwischen letzterem und der Scheinachse steht die terminale Inflorescenz, welche dieser Scheinachse bis zur Mitte des Internodiums angewachsen ist, von ihr zur Seite geworfen und übergipfelt wird. Das Abwechseln von stärkeren und schwächeren Seitenzweigen wird jetzt ohne weiteres klar: jene sind die primären Achselprodukte, diese sind Beiknospen.

Die eigentlichen Blütenstände bieten noch eine Anomalie, wie sie meines Wissens sonst nicht beobachtet worden ist. Auf den ersten Blick stellen sie eine einmal gegabelte Cyma dar, deren beide Achsen in Wickeln auslaufen. In der Gabel der Cyma ist für gewöhnlich keine Spur einer primären (terminalen) Blüte zu finden. Das kommt allerdings, wenn auch sehr selten, bei cymösen Inflorescenzen vor, so in den unteren Gabelungen einiger *Valerianella*- und *Begonia*-Arten, während anderswo die Blüte, bei einigen *Eryngium*-Arten das Blütenköpfchen, zu einem pfriemlichen nicht differenzierten Organ reduziert ist. Allein bei unserer *Loasa* findet sich, ausnahmslos bei allen Inflorescenzen, ziemlich weit unterhalb der Gabelung noch eine Einzelblüte, die in ihrer Entwicklung von allen Blüten des Blütenstandes am weitesten vorgeschritten und deshalb als die primäre Blüte desselben zu betrachten ist. Zu einer Erklärung dieses eigentümlichen Vorkommens mag die Beobachtung dienen, die ich bei mehreren anderen Loasaceen mit cymöser Inflorescenz machte, daß die Blüten nicht genau in der Gabel der mehr oder weniger horizontal übergeneigten Cyma stehen, sondern daß der Insertionspunkt des Blütenstielchens nach oben, nach der Richtung der in der Anthese aufstrebenden Blüte verrückt ist. Denkt man sich nun diese Verschiebung der Insertion der primären Blüte recht weit fortgeschritten und die beiden Seitenzweige der Cyma eine Strecke weit miteinander verwachsen (und mit Verwachsungen haben wir es in dieser Serie der Loasen ja recht reichlich zu tun), so resultiert ohne weiteres das geschilderte Verhalten. Nur einmal fand ich an einer sehr jugendlichen Inflorescenz auch eine Blüte an der Gabel; man darf hier viel-



Loasa Plumieri, Aufriß und Grundriß eines Teiles des Sympodiums: S. Sympodialachse, I. Inflorescenzen, G Größere primäre Achselsprosse, K. Kleinere Achselsprosse (unterständige Beiknospen)

leicht annehmen, daß die Verwachsung der beiden Cymenäste bis zur untersten Blüte der einen der beiden Wickeln stattgefunden hat.

Als vorstehendes schon geschrieben war, untersuchte ich eine von dem Padre FUERTES im südlichen Sto. Domingo gesammelte Pflanze, deren Familienzugehörigkeit mir gänzlich unbekannt war. Zu meiner Überraschung erwies sie sich ebenfalls als eine Loasacee und zwar als neue Gattung aus der Verwandtschaft der sehr einfach gebauten *Gronovia*. Dieselbe Art hatte allerdings schon C. BERTERO in den Jahren 1819—1820 daselbst gesammelt; allein da seine Exemplare keine Blüten oder Früchte besaßen, so war bis jetzt eine Bestimmung unmöglich gewesen. Die Diagnose der neuen Gattung ist folgende:

Fuertesia Urb. (n. gen.).

Flores hermaphroditi, 5-meri. Calyx basi plerumque bracteolis 3 suffultus; tubus brevis obconicus, ovario adnatus; limbus usque ad ovarium 5-partitus; segmenta in aestivatione valvata, partes interiores omnino includentia, sub anthesi patentia, linearilanceolata, subcoriacea, utrinque brevissime pilosa. Petala 5 cum sepalis alterna iisque breviora, ad basin disci inserta, in aestivatione aperta v. superne parum sese obtegentia, sub anthesi erecta, inferne stipitiformi-angustata et margine dense patenti-pilosa; limbus ambitu ellipticus v. oblongus, sed superne digitatim 3-lobus, lobis setaceo-multifidis, glaber. Stamina 5 cum petalis inserta iisque alterna, sepalis breviora; filamenta ab initio recta, latiuscule linearia complanata, margine dense pilosa, in connectivum producta; antherae dorso supra basin affixae, rectangulari-ovales, biloculares, loculis introrsum longitudinaliter dehiscentibus, connectivo pilosulo; pollinis granula laevia, aquae immersa globosa, 3-porosa. Staminodia nulla. Discus annuliformi-cupulatus, margine integer. Ovarium inferum, supra calycem non productum, 1-loculare; ovulum solitarium, ex apice loculi pendulum, sessile, micropyle supera. Stylus simplex rectus crassiuscule linearis superne attenuatus apice stigmatoso non dilatato obsolete lobulatus. Fructus ignotus. — Planta domingensis, lignosa, scandens, veris. fruticibus aliis incumbens iisque ope petiolorum hinc inde cirrhosorum (spiraliter contortorum) affixa, pubem variam: pilos brevissimos apice circumcirca glochidiatos, pilos breves apice acutos caeterum spinuligeros v. scabriusculos, pilos breves apice hamatos et pilos longiores 2—3-(raro —6-) brachiatos ad radium longiorem tenuissime retrorsum

uncatos, raro glabros, valde pungentes atque urentes praebens. Folia alterna, in vernatione longitrorsum simpliciter plicata, longiuscule petiolata, acuminata chartacea integerrima, e basi 3-nervia, in sicco olivacea v. olivaceo-nigrescentia. Stipulae nullae. Inflorescentiae initio terminales, posterius ramulo ex axilla folii summi excrescente laterales oppositifoliae, inferne inaequaliter dichotomae, superne cymosae; prophylla axibus usque ad florem sequentem sursum adnata ideoque sub ovariis florum extremorum verticillatim tribus obviis; pedicelli subnulli, basi articulati.

Obs. Genus novum in honorem cli. patris MIGUEL FUERTES, de flora domingensi bene meriti, dicatum affinitate solummodo cum *Gronovia* L. Americam continentalem tropicam a Mexico usque ad Ecuador incolente conjunctum est. Quae differt calycis limbo ultra ovarium plus minus connato, petalis integris, stigmate capitellato, ovario 5-costato, vegetatione annua, pilis urentibus di- v. pluribrachiatis deficientibus, foliis lobatis, petiolis nunquam spiraliter tortis

Die oberwärts fädlich zerschlitzten Kronenblätter legten zuerst die Vermutung nahe, daß unsere Pflanze zu den Rhizophoraceen gehören könne. Es hätte hier nur die der alten Welt eigentümliche Unterfamilie der Anisophylloideae in Betracht kommen können. Allein die beiden Gattungen derselben: *Anisophyllea* und *Combretocarpus* weichen durch die 3—4-zähligen Kelche und Kronen, die doppelt so zahlreichen Staubblätter, die 3—4 Griffel und den dementsprechend gefächerten Fruchtknoten, die ungleichseitigen Blätter, den Blütenstand, die fehlenden oder einzelligen einfachen Haare so weit ab, daß an eine nähere Beziehung gar nicht gedacht werden kann. Die Combretaceen stehen außer anderem wegen der 2 bis zahlreichen an langen Trägern aufgehängten Samenknospen, der versatilen Antheren, des Blütenstandes, die Hernandiaceengattung *Illigera* wegen der mit den Staubblättern abwechselnden Drüsen bzw. Staminodien, der mit Klappen aufspringenden Antheren, des stachligen Pollens, der Ausbildung des Stigmas, die Olacaceen z. B. *Erythropalum* außer dem Kelche wegen der perigynisch gestellten Kronblätter, der vor ihnen stehenden Staubblätter, der zwei bis drei Ovula, die Cornaceen z. B. *Mastixia* wegen der kurzen offenen Kelchzähne, der Kronen- und Staubblätter, des Blütenstandes fern. Die genannten Familien bzw. Gattungen zeigen gewisse Anklänge, aber keine wirklich verwandtschaftlichen Momente. Diese liegen allein bei der Loasaceengattung *Gronovia*: die ganze Haarbildung mit Ausnahme der mehrarmigen Haare, der Blütenstand mit den hinauf gewachsenen Vorblättern, Kelch, Umriß, Behaarung und fehlende Deckung der Kronblätter, die Ausbildung der Staubblätter mit ihren behaarten in das Connectiv unmittel-

bar übergehenden Filamenten, Discus, Ovulum, Griffel und Diagramm (vgl. Ber. Deutsch. Bot. Ges. X, Taf. XIV, Fig. 1), welches mit dem von unserer Pflanze ganz identisch ist. Ob das Ovulum, wie bei allen Loasaceen, nur ein Integument besitzt, konnte an dem dürftigen Material leider nicht festgestellt werden; ebenso fehlt noch die Kenntnis von Frucht, Samen und Embryo.

Die genaue Untersuchung der neuen Gattung und das Studium einer großen Anzahl zum Vergleiche herangezogener Familien der Polypetalen und Monochlamydeen war rücksichtlich der Feststellung der Verwandtschaft der Loasaceen wiederum vollständig ergebnislos; zu keiner einzigen jener Familien ließen sich irgendwelche näheren Beziehungen entdecken (vgl. meine Mitt. in den Ber. der D. Bot. Ges. X, S. 264). Vor allem steht einer Einreihung z. B. in die Gruppe der Parietales der Umstand entgegen, daß die Samenknospen der Loasaceen, wie ich bei allen kultivierten Arten der verschiedenen Gattungen feststellte, nur ein Integument besitzen. Ob nicht doch die Verwandtschaft bei den Sympetalen zu suchen ist, wie HALLIER (Über Juliania in Beih. Bot. Centralblatt XXIII S. 212 folg.) plausibel zu machen versuchte? Auf eine eingehende Erörterung dieser Frage gedenke ich später zurückzukommen.

Unsere Pflanze ist offenbar ein Klimmer und dafür in hervorragendem Maße ausgerüstet, sowohl durch das Vorkommen der Hakenhaare (Fig. 10) an den jüngeren Zweigen, wie durch das Winden der Blattstiele um Stützen, wenn solche angetroffen werden.

Die mehrarmigen Haare (Fig. 12), welche sich hauptsächlich auf der Unterseite der Blätter, sehr spärlich auf der Oberseite und am Stengel vorfinden, bestehen aus einem längeren Aste, der sehr feine Widerhäkchen hat, und aus einem bis mehreren viel kürzeren glatten Ästen. Diese Haare sind es wohl, welche nach einer dem Herbarexemplare beigefügten Notiz die Hände bei der Berührung anschwellen lassen. Aber auch in getrocknetem Zustande ist die Pflanze noch gefährlich; denn bei der geringsten Berührung bohrt sich die Spitze der längeren Arme in die Haut, verursacht ein schmerzhaftes Gefühl und kann wegen der Widerhaken nur durch Ausgraben entfernt werden.

Fuertesia domingensis Urb. (n. sp.)

Rami teretes, pilis minutis patentibus creberrimis et pilis brevibus adpressis parcis obsiti, juniores praeterea pilos breves bihamatos gerentes, internodiis 2—5 cm longis. Folia alterna, nunc binatim approximata, saepius ad

unum latus (veris. in ramis incumbentibus sursum) versa, petiolis 1—2 cm longis horizontaliter patentibus, nunc ramos plantae subpositae more cirrhi spiraliter cingentibus, ovata v. ovato-elliptica, basi obtusa, rotundata v. obsolete cordata, antice bene acuminata, apice breviter cuspidata, 5—6,5 cm longa, 2—3 cm lata, nervo medio supra vix v. tenuiter prominente, lateralibus 2 basalibus supra basin ipsam prodeuntibus usque ad v. supra medium arcuato-productis, subtus bene prominentibus, aliis 2 supra medium adjectis, nervis tertiariis inter secundarios et marginem tenuibus, caeterum subtus obsolete reticulato-venosa, margine plana, supra bulbillis applanatis squamiformibus albidis raro in pilos minutos v. breves simplices acutos productis dense obsessa, subtus praeterea pilos inaequaliter 2—3-, interdum usque 6-brachiatos accumbentes satis longos valde urentes gerentia. Inflorescentiae sub anthesi oppositifoliae laterales, pedunculo 1,5—2,5 cm longo, 4—5-es cymose furcatae, ramis cymae inferioribus inaequicrassis, in furcis inferioribus nudae, flore terminali plane abortivo, in superioribus floriferae; prophylla omnia axibus usque ad furcam sequentem adnata ideoque ante furcam transversim posita, infima lanceolata cr. 5 mm longa, superiora linearia 2—1,5 mm longa, sub floribus extremis 3 verticillata (i. e. 2 sterilia opposita et 1 sursum adnatum ante illa transversim positum); pedicelli subnulli. Calycis tubus cr. 1 mm longus, obconicus, breviter et densissime pilosus; sepala alabastrum cylindraceo-ovale formantia, 7 mm longa, 1,8 mm lata, acutiuscula v. acuta, pilis brevissimis apice glochidiatis et aliis longioribus granulatis apice acutis pallide griseis densissime obsessa, luce permeante 3-nervia. Petala 6,5 mm longa, longe persistentia, pilis ad stipitem 2 mm longum simplicibus tenuiter spiuligeris patentibus densis, limbo 1,3 mm lato, laciniis filiformi-setaceis crispulis, inferne 1-, superne 3-nervia. Stamina cum petalis cylindrum formantia; filamenta 3 mm longa, subaequilata, pube petalorum; antherae 1 mm longae, basi et apice subtruncatae, plane introrsae, loculis ad dorsum connectivo plane sejunctis. Discus glaber. Stylus 2 mm longus, glaber.

Hab. in Hispaniola australi: Fuertes n. 251 (florif., typus), Bertero n. 977 (sine floribus et fruct.).

Erklärung der Tafel XV.

Fig. 1. Habitusbild von *Fuertesia domingensis* in natürlicher Größe.
Fig. 2. Alabastrum von der letzten Auszweigung des Blütenstandes vor dem Aufblühen, links und rechts die beiden zugehörigen (sterilen) Vorblätter, vorn das hinaufgewachsene (fertile) Vorblatt.
Fig. 3. Blüte bei dem Beginn der Anthese.
Fig. 4. Dgl. im Längsschnitt.
Fig. 5. Kelchblatt von innen.
Fig. 6. Blumenblatt
Fig. 7. Staubblätter von innen und vom Rücken.
Fig. 8. Griffel, Discus und unterständiger Fruchtknoten.
Fig. 9. Trichome, links vom Fruchtknoten, rechts vom Zweige.
Fig. 10. Hakenhaar von einem jüngeren Zweige.
Fig. 11. Widerhakenhaare verschiedener Größe und Ausbildung vom Zweige.
Fig. 12. Mehrarmige (anliegende) Haare von der Unterseite des Blattes.

68. Jos. Heinr. Schweidler: Der Grundtypus der Cruciferen-Nektarien.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 13. Dezember 1910.)

Um jene bemerkenswerten Versuche, welche das Ziel verfolgen, die Nektarien oder Honigdrüsen der Cruciferen in die Systematik dieser Familie einzuführen, mit den bisherigen Ergebnissen meiner eigenen Untersuchungen über den systematischen Wert der Eiweiß- oder Myrosinzellen (5, 6) zu vergleichen, habe ich die wichtigsten der hierhergehörigen Arbeiten durchgesehen. Es sind dies die Abhandlungen von VILLANI (8), BAYER (1) und VELENOVSKY (7). Wie von vornherein zu erwarten war, ergab der Vergleich eine Übereinstimmung der beiderseits aufgestellten systematischen Schemata nur in bezug auf einige allerdings nicht unbedeutende Einzelheiten, worauf jedoch erst an anderer Stelle genauer eingegangen werden kann.

Immerhin aber gelangte ich durch das genauere kritische Studium der angeführten Werke sowie der nicht unwichtigen Aufsätze von HILDEBRAND (3) und H. MÜLLER (4) zu bemerkenswerten Schlußfolgerungen, die in mancher Hinsicht von den Ansichten der oben genannten Autoren abweichen.

Indem ich eine genauere Darstellung und Begründung des hier Vorgetragenen einer späteren ausführlichen Mitteilung vorbehalte, sei hier nur der wesentliche Gedankengang in einigen kurzen Sätzen vorläufig niedergelegt, soweit sich dieses Thema ohne Abbildungen überhaupt behandeln läßt[1]).

Um die Hauptsache vorweg zu nehmen, so drängen die in den genannten Arbeiten niedergelegten Tatsachen, unbefangen und mit kritischem Sinne betrachtet und ohne Rücksicht auf die von dem betreffenden Autor an die einzelnen Tatsachen geknüpften Ansichten zueinander in Beziehung gesetzt, mit Notwendigkeit zu einer Schlußfolgerung hin, die sich in dem Satze ausdrücken läßt: daß die mannigfaltigen Formen der Honigdrüsen der Cruciferen sich auf einen einzigen, einheitlichen Grundtypus zurückführen lassen, d. h. Variationen resp. Fortbil-

1) Zur vorläufigen Orientierung können die Abbildungen in der leicht zugänglichen Arbeit BAYERS (1) dienen.

dungen einer Urform sind, die sich bei tieferem Eindringen aufdecken läßt. Diese Grundform, die gegenwärtig noch bei zahlreichen Cruciferen rein vorkommt und die ich der Kürze halber als den lateral-vierdrüsigen oder nach einem Repräsentanten als *Alyssum*-Typus bezeichnen will, ist durch folgende Merkmale charakterisiert:

> Mediane (obere) Drüsen fehlen. Die lateralen (unteren) in Vierzahl, am Grunde eines jeden kurzen Staubgefäßes jederseits eine, untereinander nicht zusammenhängend, frei. (Form und Größe sind gleichgültig.)

Von diesem Grundtypus sind ungezwungen alle übrigen Drüsentypen folgendermaßen abzuleiten; in der Hauptsache nach dem einen einfachen Prinzip des Drüsenwachstums oder der Oberflächenvergrößerung, die auch zu Verschmelzungen ursprünglich getrennter Drüsen zu scheinbar einfachen Drüsenkomplexen führen kann:

I. Die medianen Drüsen sind die angeschwollenen, mehr oder weniger miteinander in der Mediane verschmolzenen und mehr oder weniger selbständig gewordenen Enden der von den lateralen Drüsen sehr häufig ausgesendeten Seitenwälle.

Dieser Satz ist bereits von VELENOVSKY in seiner in tschechischer Sprache abgefaßten und daher nur wenig bekannten Abhandlung aufgestellt und näher begründet worden. Auf Grund eingehenderen Studiums der Arbeiten BAYERs (1), VILLANIs (8) und HILDEBRANDs (3) hatte ich diesen Grundsatz bereits als allgemeines Prinzip erkannt, als ich ihn später in dem grundlegenden Werke von VELENOVSKY, das ich infolge eines Citatfehlers BAYERs längere Zeit nicht auftreiben konnte, bereits antizipiert fand. Von BAYER, der VELENOVSKYs Abhandlung als Grundlage seiner eigenen Arbeit benutzte, wurde er nicht in seiner vollen Tragweite erfaßt und entstellt, ja er steht zu BAYERs Hauptabteilungsprinzip der Nektarienformen in unvereinbarem Widerspruch.

Die angeführte These VELENOVSKYs stützt sich auf folgende Beobachtungstatsachen:

a) Die lateralen Drüsen fehlen nie.

b) Die medianen aber „fehlen sehr oft, ja manchmal fehlen sie bei irgendeiner Art, während sie bei den übrigen zahlreichen Verwandten der Art entwickelt sind [z. B. *Cardamine digitata*, *Erysimum Kunzeanum*, *Brassica balearica*]“ (VELENOVSKY l. c. S. 43).

c) Die lateralen Drüsen besitzen oft seitliche Wälle von verschiedener Stärke und Länge, welche die Richtung gegen die Mediane der Blüte einschlagen. Daraus, daß diese Seitenwälle bald länger bald kürzer sind, bald an den Endon zu größeren oder kleineren Höckern angeschwollen sind oder nicht, bald in der Mediane zusammenstoßen und eventuell verschmelzen oder nicht, daß ihre angeschwollenen Enden sich endlich auch ganz von den lateralen Drüsen abschnüren können, geht hervor, „daß in Wirklichkeit nur untere Drüsen vorhanden sind, welche gewissermaßen die ursprünglichen sind, wichtiger als die oberen und die seitlichen Wälle" (7, S. 43).

d) Wenn am Grunde eines jeden längeren Filamentpaares zwei mediane und voneinander getrennt stehende Drüsen vorhanden sind, dann sind sie wohl häufig mit den lateralen Drüsen durch einen mehr oder weniger deutlichen Seitenwall verbunden, nie aber unter sich.

Die medianen Drüsen sind also als Abkömmlinge der lateralen aufzufassen.

II. Dies vorausgesetzt und in Ansehung dessen, daß zwischen den Haupttypen der lateralen Drüsen selbst wiederum die mannigfaltigsten Übergänge existieren, welche zu einer Ableitung des einen Typus aus dem anderen geradezu herausfordern, handelt es sich also nur mehr darum, unter kritischer Berücksichtigung der historischen Ableitungsversuche, denjenigen Ausgangstypus zu finden, von welchem die Ableitung der übrigen lateralen Drüsentypen am leichtesten und ohne mit irgendwelchen Tatsachen in Widerspruch zu geraten möglich ist.

Zur leichteren Orientierung sei zunächst eine Übersicht über die wichtigsten Formen der lateralen Drüsen gegeben, wobei die der Kürze halber gewählte Typenbezeichnung nach einzelnen charakteristischen Vertretern sich natürlich nur auf die lateralen Nektarien bezieht, ohne Rücksicht auf etwa außerdem noch vorhandene mediane Drüsen. Die Berechtigung zu dieser Terminologie ergibt sich aus dem in I. Gesagten.

Übersicht über die lateralen Drüsen.

1. *Alyssum*-Typus. Bereits oben charakterisiert.

2. *Arabis*-Typus. Ein mehr oder weniger halbkreisförmiger, nach der Terminologie von VELENOVSKY innen (hinten) offener, außen (vorne) geschlossener Drüsenwulst um die Basis des kurzen Filamentes herum.

3. *Erysimum*-Typus. Ein ebensolcher, aber außen offener,

innen geschlossener Drüsenwulst am Grunde eines jeden kurzen Staubgefäßes.

4. *Sisymbrium*-Typus. Ein vollständig (außen und innen) geschlossener Drüsenring um die Basis eines jeden kurzen Filamentes herum.

5. *Sinapis*-Typus. Eine einfache Drüse an der inneren Basis des kurzen Staubgefäßes, also zwischen Filament und Ovarium.

6. *Heliophila*-Typus. Eine einfache Drüse an der äußeren Basis des kurzen Staubgefäßes.

Ohne weiteres klar ist die Unselbständigkeit oder intermediäre Stellung des *Erysimum*- und des *Arabis*-Typus. Der letztere unterscheidet sich nur durch ein geringes Plus oder Minus an Umfassung des kurzen Staubgefäßes einerseits vom *Sisymbrium*- andererseits vom *Heliophila*-Typus, ebenso der *Erysimum*-Typus einerseits vom *Sinapis*- andererseits vom *Sisymbrium*-Typus. Diese beiden Typen kommen also von vornherein als Ausgangspunkte nicht in Betracht. Es bleiben also noch Typus 1, 4, 5 und 6 der obigen Übersicht.

Wählt man mit VILLANI (8) den *Heliophila*-Typus als Ausgangspunkt, so ist man genötigt, zu zwei verschiedenen Bildungsprinzipien zu greifen, um die anderen Typen abzuleiten, nämlich Spaltung der *Heliophila*-Drüse (Bildung des *Alyssum*-Typus) und Wiederverschmelzung der Tochterdrüsen hinter dem kurzen Staubgefäß (zum *Sinapis*-Typus), wie dies VILLANI tatsächlich tut (8, S. 436) und zwar im Zusammenhang mit einer staminodialen Auffassung der Nektarien. Aber gerade dann, wenn man die Nektarien als Reste von ausgefallenen Staminalkreisen betrachtet, ist ein derartiger Ableitungsmodus absurd, denn er bedeutet nichts weniger als die Möglichkeit, daß zwei dimere Staminalzyklen — kurzes Staubgefäß und *Heliophila*-Drüse als Staminodien — ihre gegenseitige Lage vertauschen können, daß also aus einem äußeren Cyklus ein innerer werden könne und umgekehrt, und dies noch dazu durch Spaltung des äußeren und Wiederverschmelzung der Teilstücke hinter dem inneren, nunmehr zum äußeren gewordenen Kreise.

Dieselben Schwierigkeiten würde die Annahme des *Sinapis*-Typus als Ausgangspunkt der Entwicklung bereiten, nur in umgekehrter Richtung.

Es bleiben also nunmehr der *Sisymbrium*- und der *Alyssum*-Typus übrig. Beide haben den Vorzug, daß, von den oben als intermediär bezeichneten Typen abgesehen, sich die übrigen Typen

direkt von ihnen ableiten lassen, was, wie wir gesehen haben, beim *Heliophila*- oder *Sinapis*-Typus nicht möglich ist: aus dem *Sisymbrium*-Typus durch Spaltung des Ringes an einer oder zwei Stellen, aus dem *Alyssum*-Typus durch Verschmelzung der zwei ursprünglichen Drüsen. Welcher von diesen beiden Typen ist nun der Grundtypus? Hier läßt sich folgendes sagen:

Die medianen Drüsen sind durch seitliche Ausdehnung der lateralen und durch eventuelle Verschmelzung der von den letzteren ausgehenden Seitenwälle entstanden. Nimmt man mit VELENOVSKY und BAYER den *Sisymbrium*-Typus als Grundlage an (7, S. 44), so sind zur Ableitung aller Drüsenformen schon zwei verschiedene Prinzipien erforderlich: Verschmelzung einerseits (zur Bildung der medianen Drüsen), Spaltung andererseits (zur Ableitung der übrigen lateralen Drüsen). Mit einem Minimum von Bildungsprinzipien kommt man jedoch aus, wenn man vom *Alyssum*-Typus ausgeht: Ausdehnung und dadurch unmittelbar verursachte Verschmelzung.

Außerdem glaube ich, daß mit der seit EICHLER (2) mit wenigen Ausnahmen (z. B. VILLANI) wohl allgemein herrschenden Auffassung der Cruciferen-Nektarien als einfacher Torusemergenzen sich am besten meine Ansicht verträgt: 1. Die Entwicklungsart von Emergenzen des Blütenbodens ist eine Raumfrage. Am meisten Platz ist aber tatsächlich rechts und links von den kurzen Staubgefäßen. 2. Sind die Nektarien wirklich Emergenzen, so sind sie aus kleinen Anfängen, also aus einfachen Drüsenhöckern entstanden, Drüsenringe sind sekundäre Gebilde.

Endlich involviert VELENOVSKYs Auffassung eine regressive Entwicklung der lateralen Drüsen, denn bei einfachen Emergenzen ist eine Größenabnahme als regressiv zu bezeichnen. Ich glaube aber nicht, daß wir einen zureichenden Grund haben, eine solche Entwicklung anzunehmen.

Somit ergibt sich schon aus den vorstehenden allgemeinen Gesichtspunkten, daß der *Alyssum*-Typus als Grundtypus der Cruciferen-Nektarien aufzufassen ist.

III. Hierzu gesellt sich aber noch eine Reihe besonderer Momente, die kurz aufgeführt werden mögen:

1. Bei 30 pCt. der von VELENOVSKY untersuchten, 36 pCt. der von VILLANI untersuchten Arten tritt gegenwärtig noch der *Alyssum*-Typus klar und deutlich auf (mit oder ohne mediane Drüsen).

2. Die einfachen lateralen Drüsen des *Sinapis*-Typus sind in

mehreren Fällen deutlich bis auffallend zweilappig (z. B. *Erucastrum varium* Dur., *Cakile maritima* u. a.).

3. Die innen offene laterale Drüse des *Arabis*-Typus ist außen meist mit einer mehr oder weniger tiefen Einkerbung oder Einsattelung versehen und der drüsige Halbring an dieser Stelle meist außerdem noch verschmälert. Seine breitesten und zugleich höchsten Stellen, seine Kulminationspunkte sozusagen, befinden sich in den meisten Fällen rechts und links vom kurzen Filament.

4. Dasselbe gilt von dem außen offenen lateralen Drüsenhalbring des *Erisymum*-Typus, nur daß die verschmälerte resp. eingesattelte oder vertiefte Stelle nicht außen, sondern innen zwischen dem Filament und dem Fruchtknoten liegt.

5. Der laterale, vollständig geschlossene Drüsenwulst des *Sisymbrium*-Typus s. str. ist meist vorn und hinten oder wenigstens an einem dieser beiden Punkte mehr oder weniger eingesattelt und zugleich mehr oder weniger verschmälert. Seine Kulminationspunkte befinden sich also ebenfalls an jenen Orten, wo im *Alyssum*-Typus die freien Drüsenhöcker stehen.

6. Die lateralen Drüsen zeigen, wie man insbesondere an zahlreichen Stellen der VELENOVSKYschen Arbeit sehen kann, bei vielen Pflanzen eine große Variabilität. Beim *Sisymbrium*-, *Arabis*- und *Erysimum*-Typus besteht diese meist in der größeren oder geringeren Tiefe der vorderen oder hinteren oder beider Einsattelungen des Drüsenringes oder Halbringes.

7. Es gibt Pflanzen, deren laterale Drüsen nach der Terminologie von VELENOVSKY „bald vorn bald hinten durch eine schmale Spalte offen, aber oft auch vorn und hinten ganz" sind (z. B. *Myagrum perfoliatum*, *Bunias orientalis*, *Ochthodium aegyptiacum*), so daß bei einer und derselben Pflanze der *Alyssum*- mit dem *Sisymbrium*-Typus abwechseln kann.

8. Solche Drüsenvariationen finden sich nicht nur in verschiedenen Blüten derselben Art, sondern auch in verschiedenen Arten derselben Gattung (z. B. *Malcolmia*, *Biscutella*).

9. Aus dem obigen erklären sich auch leicht die zahlreichen zwischen verschiedenen Autoren bestehenden Widersprüche in der Beschreibung der lateralen Drüsen bei denselben Arten oder denselben Gattungen, Widersprüche, die schon BAYER aufgefallen sind, ohne daß er für sie eine Erklärung anzugeben vermochte. Sie bewegen sich fast alle in derselben Richtung wie die von VELENOVSKY konstatierte Variabilität einzelner Arten resp. Gattungen, indem der eine Autor zwei getrennte Drüsen

rechts und links vom kurzen Filament beschreibt, wo der andere eine halbkreisförmige oder kreisförmige Drüse um das Filament herum findet und umgekehrt. Es dürfte hier in vielen Fällen der psychologisch interessante Fall vorliegen, daß derselbe objektive Befund verschieden aufgefaßt und beschrieben wurde. Der eine Autor, wie VELENOVSKY (und mit ihm BAYER) sieht mehr flächenhaft, grundrißmäßig, der andere (VILLANI z. B.) mehr körperlich, reliefmäßig. Letzterer sieht die Kulminationspunkte (und zählt sie: *Crucifere dicentriche, quadricentriche, polycentriche* = 2-, 4-, vieldrüsige Cruciferen), VELENOVSKY und BAYER den Grundriß, das Diagramm der Drüse und vernachlässigen einigermaßen die Kulminationspunkte. VELENOVSKY ist es auch, der das selbständige Drüsendiagramm zuerst gebraucht (7, S. 45). Daß tatsächlich eine gewisse Voreingenommenheit für das Diagramm resp. für den geschlossenen lateralen Drüsenring von seiten VELENOVSKYs vorliegt, geht am besten aus der Beschreibung der Drüsen von *Matcolmia africana* L., die er S. 5 gibt, hervor: „Nur untere Drüsen; sie sind vorne sehr breit (scilicet: offen), hinten schmäler offen, von dreiseitig-pyramidaler Gestalt." An und für sich ist diese Beschreibung unverständlich, selbst dann, wenn man die dazu gehörige Abbildung Taf. I Fig. 6 vergleicht, denn diese zeigt uns jederseits von der Basis des kurzen Filaments eine dreiseitig-pyramidale Drüse, also den *Alyssum*-Typus. Diese Beschreibung wird erst durch den Vergleich mit anderen verständlich, aus welchem hervorgeht, daß VELENOVSKY selbst in dem klaren Fall von vier vollständig getrennten lateralen Drüsen der Fassung der Deskription den geschlossenen Drüsenwulst des *Sisymbrium*-Typus unterlegt, was doch wohl nur als Voreingenommenheit für den letzteren bezeichnet werden kann. Nur diese dürfte ihn verhindert haben, aus seinen zahlreichen und schönen Beobachtungen die hier vorgetragenen Schlußfolgerungen zu ziehen.

10. Es gibt allerdings auch beim *Sisymbrium*- und *Erysimum*-Typus Drüsen, welche hinter dem kurzen Filament nicht eingesattelt und nicht verschmälert, sondern im Gegenteil hier am mächtigsten und höchsten sind, meist dreihöckerig mit einem größeren Mittel- und zwei kleineren Seitenhöckern. Zur Erklärung dieser Drüsen läßt sich ein ebenfalls schon von VELENOVSKY gefundenes aber nicht in seiner vollen Tragweite erkanntes Prinzip heranziehen. Wenn die angeschwollenen Enden der Seitenwälle, die von den lateralen Drüsen oft ausgehen, sich unterhalb des längeren Staubgefäßpaares nahe kommen, „so geschieht es sehr häufig, daß sich zwischen ihnen noch ein Zahn ausbildet,

so daß dann drei Zähne eng beieinander in einer Reihe liegen (*Erysimum*, *Arabis*). Es ist bei den Drüsen eine gewöhnliche Erscheinung, daß dort, wo zwei Wall-Enden sich sehr nähern, ohne zu verschmelzen, sie zwischen sich keine Spalte lassen, sondern daß sich zwischen ihnen ein kleiner Keil ausbildet, welcher gleichsam zwischen sie eingeschoben ist (*Hesperis matronalis*, *Draba aizoides*, *Erisymum crepidifolium* u. a.); und stets deutet uns dieser Keil an, daß hier keine Verwachsung der Wälle vorliegen kann, weil wir sie bei verwandten Arten sicher offen, nicht zusammengewachsen finden" (7, S. 43). Es ist nur eine logische Konsequenz, wenn ich dieses Prinzip auch auf die lateralen Drüsen von *Sisymbrium*, *Erysimum* u. a. ausdehne. Ein klassisches Beispiel für die Richtigkeit dieser Verallgemeinerung ist die laterale Drüse von *Barbarea stricta* (7, Tab. I Fig. 5). Die sekundäre Natur des mittleren der drei Höcker ist hier in die Augen springend. — Übrigens muß doch auch zugegeben werden, daß die Verwachsung der ursprünglichen Drüsen des *Alyssum*-Typus zur Bildung der sekundären Typen in vielen Fällen eine vollständige sein wird.

11. Die morphologisch einfache laterale Drüse des *Sinapis*-Typus ist nach HILDEBRAND und H. MÜLLER in einigen Fällen physiologisch zweiteilig, indem sie an zwei distinkten Stellen Honig absondert, die rechts und links von der lateralen Symmetrieebene liegen.

12. Die Drüsenhöcker des *Alyssum*-Typus sind in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht genau an die Flanken des kurzen Staubgefäßes gestellt, sondern mehr nach hinten gerückt und einander hinter dem kurzen Filament genähert. Es ist nun eine auffallende, aber nach den obigen Darlegungen sehr leicht verständliche Beobachtungstatsache, daß die Kulminationspunkte der halbring- oder ringförmigen Drüsentypen also des *Sisymbrium*-, *Erysimum*, ja sogar des *Arabis*-Typus ebenfalls meist stark nach oben gerückt und einander hier genähert sind. Speziell beim *Arabis*-Typus würde man von vornherein das Gegenteil erwarten. Die besten Beispiele hierfür bieten einige Arten der Gattung *Cardamine*, insbesondere aber *Arabis arenosa* (7, Taf. II Fig. 8). Man sieht es hier geradezu, wie die vorderen Basen der beiden seitlichen Pyramiden des *Alyssum*-Typus nach unten herabfließend sich unter dem kurzen Filament zum Halbring vereinigen, der hier seine flachste Stelle hat. Auch VELENOVSKY hat dies in einigen Fällen gefühlt, indem er sagt, der laterale Drüsenwulst sei „mit herablaufenden (sbíhávimi) oder zusammenlaufenden Enden offen" oder „mit zusammenlaufenden Enden geschlossen".

Daß die obigen Darlegungen die Beurteilung der Nektarien in Hinsicht auf ihren systematischen Wert beeinflussen müssen, ist ohne weiteres klar, doch kann es nicht meine Aufgabe sein, in dieses Problem tiefer einzudringen, schon aus dem Grunde nicht, da ich die Nektarien zu wenig aus eigener Anschauung kenne. Zudem sind noch zahlreiche andere Punkte eines genaueren Studiums bedürftig, bevor an diese Aufgabe geschritten werden kann. Doch glaube ich immerhin auf Grund der obigen Auseinandersetzungen, insbesondere aber unter Hinweis auf die bereits erwähnte Inkonstanz der Drüsenform, die in letzter Linie doch immer wieder den gemeinsamen Grundtypus zum Vorschein kommen läßt, vor einer allzu hohen Einschätzung der Nektarien als systematisches Merkmal warnen zu müssen, wenngleich zugegeben ist, daß bei einzelnen Verwandtschaftsgruppen der Drüsentypus konstant zu sein scheint, wie z. B. bei den *Orthoploceae* und einigen kleineren Gruppen.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß die Ansicht, der *Alyssum*-Typus sei der Grundtypus, einer genaueren Prüfung fähig ist. Ist diese Ansicht richtig, dann müßte bei jenen Cruciferen, deren ausgebildete Blüten die abgeleiteten Drüsenformen besitzen, in jungen Blüten, eventuell in noch unerschlossenen Blütenknospen der *Alyssum*-Typus als der ursprüngliche entwicklungsgeschichtlich sich nachweisen lassen. Und sind nicht vielleicht die Widersprüche zwischen den einzelnen Autoren, von welchen schon früher die Rede war, und die Variationen der Drüsenausbildung, wie sie insbesondere VELENOVSKY öfter konstatiert hat, wenigstens teilweise auf Untersuchung ungleichaltriger Blüten zurückzuführen?

Lundenburg, den 6. November 1910.

Zitierte Literatur.

1. Bayer, A., Beiträge zur systematischen Gliederung der Cruciferen. Beih. z. Bot. Centralbl. 1905. Bd. XVIII, 2.
2. Eichler, A. W., Über den Blütenbau der Fumariaceen und Cruciferen. Flora 1865.
3. Hildebrand, F., Vergleichende Untersuchungen über die Saftdrüsen der Cruciferen. Jahrb. f. wiss. Bot. XII. 1879.
4. Müller, H., Einige tatsächliche und theoretische Bemerkungen zu F. Hildebrands vergleichenden Untersuchungen über die Saftdrüsen der Cruciferen. Ebenda.
5. Schweidler, J. H., Die systematische Bedeutung der Eiweiß- oder Myrosinzellen der Cruciferen usw. (Vorläufige Mitteilung.) Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1905, XXIII. Heft 7.

6. Derselbe. Die Eiweiß- oder Myrosinzellen der Gattung *Arabis* L. usw. Beih. z. Bot. Centralbl. 1910.
7. Velenovský, J., O medových žlázkách rostlin křižatých etc. (Über die Honigdrüsen der Cruciferen.) Abhandlungen (nicht Berichte!) der kgl böhm. Ges. d. Wiss. i. Prag. 1883.
8. Villani, A., Dei nettarii delle Crocifere etc. Malpighia 1905. XIX. Jhrg.

69. Fr. Bubák: Eine neue Krankheit der Maulbeerbäume.

(Mit Tafel XVI.)

(Eingegangen am 14. Dezember 1910.)

Ende Mai 1908 erhielt ich vom Herrn P. Sirakoff, damals Leiter der Station für Weinbau in Pleven (jetzt im Ackerbauministerium in Sofia), und vom Herrn Dr. P. Kosaroff, Leiter der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Rusčuk (jetzt Direktor der landwirtschaftlichen Zentralstation in Sofia) Äste von *Morus alba*, die von einem Pilze getötet wurden. Beide Proben stammten aus der Stadt Vraca im nordwestlichen Bulgarien (nördlich von Sofia), wo sich eine staatliche Station zur Förderung der Kultur des Seidenspinners befindet. Der Leiter dieser Station schrieb über die Krankheit folgendes: Der Pilz ist in der Baumschule schon im vorigen Jahre (1907) aufgetreten, aber nur sporadisch. Dieses Jahr hat sich die Krankheit ziemlich schnell verbreitet, so daß 20 p(t. von allen ein- und zweijährigen Maulbeerbäumen befallen waren. Der Pilz erscheint auch auf Zweigen älterer Bäume. In beiden Fällen sterben die erkrankten Zweige oberhalb der infizierten Stelle ab. Die jüngeren Bäumchen gehen gänzlich zugrunde. (P. Tankoff.)

Ich bekam vom Herrn Sirakoff auch ganz frische Äste mit noch grünen Blättern und konnte mich von der Richtigkeit dieser Mitteilung selbst überzeugen.

Beide Einsender haben den Pilz als fragliches *Stegonosporium* bezeichnet. Auch ich habe ihn anfangs in dieselbe Pilzgattung eingereiht, später, als ich mich näher mit ihm beschäftigte, überzeugte ich mich aber, daß er zu den Tuberculariaceen und zwar in die Gattung *Thyrococcum* gehört. Ich nenne ihn jetzt *Thyrococcum Sirakoffii* Bubák n. sp. (*Stegonosporium Sirakoffii* Bubák olim).

Thyrococcum Sirakoffii Bubák bildet anfangs unter der Rinde

der befallenen Zweige kleine, schwarze, kompakte Tuberkeln, welche bald die Rinde durchbrechen oder dieselbe in kürzeren oder längeren, längs oder quer liegenden Rissen sprengen (Fig. 1).

Auf einigen eingesandten Ästchen fand ich die Anfänge der Krankheit auf länglichen, im Umrisse ovalen Flecken. Die Rinde ist auf diesen Stellen grau gefärbt, später wird sie dunkelbraun, stirbt ab, so daß hier Krebsstellen entstehen (Fig. 2). Nicht nur die Epidermis, sondern auch die Rinde und der Bast werden später zerstört, und so wird der Holzkörper entblößt. In den erkrankten Zellen habe ich eine Bakterienart gefunden, die ich mit *Bacillus Cubonianus* Macchiati (*B. Mori* Boyer et Lambert) identifiziere. Bei der abgebildeten Krebsstelle kam es sogar zur Bildung eines selbständigen Holzkörpers (Fig. 3). Auf den Längs- und Querschnitten durch solche ältere Krebsstellen findet man, daß die älteren Holzringe und die Markzellen schmutzig-braun verfärbt sind (Fig. 4).

Die anfangs unterrindigen Lager wachsen, nachdem sie die Rinde durchbrochen haben, weiter und bilden kleinere oder größere Fruchtlager, welche oft zu größeren, warzigen Gruppen zusammenfließen. Auf den Krebsstellen sind die Tuberkeln nur auf dieselben beschränkt; in anderen Fällen entwickeln sie sich rings um die Äste und bedecken sie oft in Strecken, die bis 10 cm lang sind. Sie sind tief schwarz, rauh, matt oder später mehr oder weniger glänzend. Ihre Verteilung an den befallenen Partien ist gewöhnlich ordnungslos, doch fand ich auch nicht selten, daß die Fruchtlager eine konzentrische Anordnung zeigen, die mehr oder weniger deutlich ausgeprägt ist und mit dem stoßweisen Vorrücken des Pilzes auf den infizierten Stellen zusammenhängt.

Die Form der Lager ist sehr verschieden; sie sind immer gewölbt, also polsterförmig, von halbkugliger, abgerundet konischer, länglicher oder sonst unregelmäßiger Form. Durch das Zusammenfließen wird ihre Gestalt ganz geändert, denn es entstehen flache, krustenförmige Gruppen, welche hie und da hervorgewölbte Partien zeigen.

Das Mycel befindet sich in der Rinde und im Baste. Die Hyphen sind interzellular, knorrig hin und her gebogen, septiert, von ziemlich gleichmäßiger Dicke (ca. 6 μ); sie sind hellgelbbraun oder nur sehr hell bräunlich, glatt, ziemlich dünnwandig. Oberhalb des Bastes bildet das Mycel eine dünne Schicht (Fig 5), welche aus dichtverflochtenen Hyphen besteht und aus dieser bildet sich dann oben der stromaartige Teil. Er ist von pseudoparenchymatischer Struktur und besteht (an mikroskopischen Schnitten) aus

geraden oder gebogenen Zellreihen. Er bildet sich also aus dichtverklebten, parallelen, kurzseptierten, gelbbraunen Hyphen. Manchmal bleibt die Bildung dieses Teiles gänzlich oder nur teilweise aus, besonders an der Periferie der Tuberkeln, so daß sich in solchem Falle erst eine dicke Schicht aus lose verflochtenen Hyphen bildet und oben auf dieser dann sich eine dünne, pseudoparenchymatische, sporenbildende Schicht entwickelt (Fig. 6).

Oben werden die einzelnen Reihen auf eine sehr kurze Strecke frei und die Endzellen bilden sich als 1—3zellige, gewöhnlich hyaline oder hellgelbbräunliche, kurze oder längere Sporenträger aus. Bleiben die obersten Zellen untereinander verbunden, was sehr oft zu beobachten ist, so entstehen die Sporen direkt aus den Endzellen und sind dann dicht aneinander gedrängt.

An manchen Stellen ragen einzelne Zellreihen säulenartig an mikroskopischen Schnitten hervor und bilden auch an diesen Stellen Sporen. Dies kann man gewöhnlich an zusammengesetzten Lagern beobachten.

Die dunkelbraunen Sporen sind sehr mannigfältig (Fig. 7 bis 21), meistens keulenförmig oder auch eiförmig, ellipsoidisch oder aber oft unregelmäßig. Ihre Länge beträgt 38—85 μ, ihre Breite (an den dicksten Stellen gemessen) 19—35 μ. Die dunkelolivenbraunen Sporen zeigen 1—7, gewöhnlich aber nur 3—6, sehr selten bis 9 Querwände, welche manchmal ziemlich schief stehen. Die so gebildeten Segmente sind dann durch 1—3 radial stehende Längswände weiter geteilt, so daß sie 2—4zellig sind. Oft sind auch einzelne untere oder mittlere Segmente ungeteilt. Bei den Querwänden sind die Sporen stark eingeschnürt. *Corynemm*artige Sporen sind äußerst selten und können nur als junge Conidien gedeutet werden.

Die Sporenträger sind entweder kurz, hell, so daß nur die oberste Zelle der sporenbildenden Hyphe als Stielzelle dient oder der Stiel ist deutlich, bis 40 μ lang, an der Ansatzstelle 40 μ dick, hellbräunlich, oft mit 1—2 Querwänden.

Jede Sporenzelle ist keimfähig und zwar sehr leicht, so daß die Keimung schon nach 6 Stunden eintreten kann. Der Keimschlauch ist hyalin, reichlich septiert, später verzweigt er sich (Fig. 7—11). Die Keimfähigkeit bleibt lange erhalten. Heute, nach 2 Jahren und 7 Monaten keimen die Sporen noch.

Thyrococcum Sirakoffii ist also ein gefährlicher Parasit der Maulbeerbäume desto mehr, da seine Sporen die Keimfähigkeit so lange behalten.

Die Diagnose des Pilzes ist diese:

Sporenlager unter der Rinde, später dieselbe durchbrechend, polsterförmig, im Umrisse rundlich, länglich bis unregelmäßig, gewöhnlich gruppenweise zusammenfließend, schwarz, rauh, matt, später schwach glänzend, fest, ausgedehnte Zweigpartien ringsum bedeckend, im unteren Teile entweder ganz aus pseudoparenchymatischem Gewebe oder teilweise aus nur lose verflochtenen Hyphen bestehend. Sporen am Ende paralleler, fest verklebter Zellreihen, gewöhnlich keulenförmig oder eiförmig, ellipsoidisch, unregelmäßig, 38—85 μ lang, 19—35 μ breit, mit 1—7, gewöhnlich 3—6, selten bis 9 Querwänden, bei denselben stark eingeschnürt und in jedem Segmente mit 1—3, selten mehreren radialen Längswänden, nur die unteren und mittleren manchmal unseptiert. Sporenträger entweder gut entwickelt, bis 40 μ lang, 10 μ breit, ein- bis dreizellig, oder kurz, von anderen Zellen nicht differenziert, hyalin oder hellbräunlich.

Von *Morus alba* wurde von NOMURA[1]) aus Japan eine *Coryneum*-Art beschrieben. Dieselbe wurde dann von E. J. BUTLER in Kaschmir gefunden und ausführlich beschrieben[2]). Obzwar auch dieses *Coryneum* zahlreiche mauerförmig geteilte Sporen besitzt, so ist es doch von unserem Parasiten, welcher konstant mauerförmig geteilte und auch größere Sporen besitzt, ganz verschieden. *Coryneum Mori* hat nach NOMURA 33,5—40 μ lange, 15—18 μ breite Sporen, nach BUTLER sind sie 25—40 μ lang, 10—18 μ breit. Nach BUTLERs Abbildungen kann der japanische und kaschmirische Pilz in der Gattung *Coryneum* nicht verbleiben, er ist ebenfalls eine *Tuberculariaceae*, die der zahlreichen mauerförmig geteilten Sporen wegen zu *Thyrococcum* gezogen werden und den Namen *Thyrococcum Mori* (Nomura) Bubák führen muß.

Daß dieser Pilz nur ein jüngeres Stadium von *Th. Sirakoffii* sein könnte, ist ganz ausgeschlossen, denn von beiden genannten Autoren wurden konstant nur kleinere *coryneum*- und *stegonosporium*-artige Sporen gefunden, während ich auf dem mir vorliegenden und zahlreichen Materiale, immer nur reife *stegonosporium*artige Sporen angetroffen habe; auch sind dieselben doppelt so groß, wie bei *Thyrococcum Mori* (Nom.).

1) NOMURA, H., Intorno alla rugine del Rengeso (*Astragalus sinicus* L.) e a due micromiceti patogeni del Gelso (Atti Istit. bot. Univ. Pavia, nov. ser., vol. IX [1904], p. 13—14; SACCARDO, Syll. XVIII p. 478).

2) BUTLER, E. J., The Mulbery disease caused by *Coryneum Mori* Nom. etc. (Memoirs of the Dep. of Agric. in India, Bot. Ser., Vol. II, Nr. 8 [1909], p. 1—11, Tab. I—II.

Von der Gattung *Thyrococcum* kenne ich bisher vier Arten: *Th. punctiforme* Sacc.[1]) auf Blättern von *Atriplex Halimus* in Frankreich, *Th. compactum* (Sacc.)[2]) Höhnel[3]) auf Ästen von *Ulmus campestris* in Mitteleuropa und die zwei hier von *Morus* aufgeführten Species. Es werden aber vielleicht noch einige *Steganosporium*-Arten hierher gehören.

Erklärung der Tafel XVI.

Fig. 1. *Thyrococcum Sirakoffii* Bubák n. sp. auf Ästen von *Morus alba*.
Fig. 2. Ein Aststück mit zwei Krebsstellen, verursacht durch *Bacillus Cabonianus*; Krebsstelle x außerdem noch von *Thyrococcum* befallen.
Fig. 3. Querschnitt durch die Krebsstelle x mit neugebildetem, selbständigem Holzkörper.
Fig. 4. Querschnitt von 2 y; älteres Holz und Mark gebräunt.
Fig. 5. Schnitt durch ein typisches Fruchtlager und
Fig. 6. durch ein Fruchtlager, wo der Basalteil nur aus lose verflochtenen Hyphen besteht.
Fig. 7—11. Keimungsverlauf der Sporen.
Fig. 12—21. Verschiedenartige Sporen; Fig. 9, 11, 15, 17, 19, 20 mit noch anhängenden Stielen.
Vergrößerung: Fig. 1—4 doppelte natürliche Größe ($^2/_1$).

Fig. 5 Reichert Ok. 4, Obj. 3
Fig. 6 „ „ 4, „ 6 } Tubuslänge 135 mm.
Fig. 7—21 „ „ 4, „ 8a

1) Saccardo, Syll. Fung. Vol. X, pg. 672.
2) Idem, l. c., Vol. III, pg. 804.
3) von Höhnel, Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl., Bd. 116 (1907), S. 154.

70. G. Lewitsky: Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen.

Mit Tafel XVII

(Eingegangen am 18. Dezember 1910.)

Die plasmatischen Bildungen, welche MEVES[1]) als „Chondriosomen" zusammenfassend bezeichnete, wurden zuerst von BENDA[2]) an tierischen Spermatozoen eingehend untersucht. Es hat sich dabei herausgestellt, daß die schon längst bekannten stark lichtbrechenden Körnchen im Spermatidenplasma beim Aufbau des Spermatozoenkörpers eine wesentliche Rolle spielen, indem sie sich zu einer Spirale einordnen und das sogenannte Verbindungsstück des Spermatozoons bilden. Das wurde von BENDA für eine ganze Reihe der Spermien von Wirbeltieren und Wirbellosen nachgewiesen. Sein besonderes Verdienst war aber die Ausarbeitung der speziellen Fixierungs- und Färbungstechnik, welche ihm seine „Mitochondria" nicht nur sehr sicher und schön in Spermazellen, sondern auch in verschiedenen somatischen Zellen darzustellen ermöglichte.

Von den späteren sehr zahlreichen Untersuchungen über die Chondriosomen in den tierischen Zellen ist für unsere Zwecke die Arbeit von MEVES „Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen"[3]) aus dem Jahre 1908 die wichtigste. In dieser Arbeit zeigte er in prägnanter Weise, daß die sämtlichen Zellen des jungen Hühnerembryos von Chondriosomen gefüllt seien. Die letzteren treten hier meist in Form von „Chondriokonten", d. h. homogenen Fäden, auf. Diese Fäden verlaufen ganz isoliert im Cytoplasma, sind meistens unregelmäßig gewunden oder geknickt und treten ungemein scharf bei Eisenhämatoxylinfärbung hervor. MEVES äußerte sich dahin, es entstünden „alle Differenzierungen" in den Zellen des untersuchten Objektes während seiner Entwicklung, so wie die glatten und gestreiften Muskelfasern, die Neurofibrillen, die Neuroglia- und Bindegewebefasern, „nur durch Metamorphose

1) Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entw., B. 72, 1908.
2) Vgl. sein Referat in Ergebn. der Anat. u. Entw., B. XII, 1902.
3) Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entw., B. 72.

eines und desselben elementaren Plasmabestandteils, der Chondriosomen" (S. 845). Nach MEVES lassen sich also die Mitochondria, welche das Spermatozoon ins Eiplasma bei der Befruchtung mitbringt, „als Träger erblicher Anlagen" ebensogut wie der Spermakern betrachten. Die Entwicklung von gestreiften Muskelfasern aus Chondriokonten wurde von DUESBERG [1]) auch am Hühnerembryo im Jahre 1910 ad oculos demonstriert, was dann in demselben Jahre MEVES [2]) für Bindegewebefibrillen zeigte.

Was die Chondriosomen in den pflanzlichen Zellen anbetrifft, so gehören die ersten Angaben darüber auch MEVES [3]). Im Plasma der Tapetenzellen von *Nymphaea* hat er „lange, unregelmäßig gewundene ziemlich dicke Fäden, welche sich mit Eisenhämatoxylin intensiv schwarz gefärbt haben", gefunden und abgebildet; dieselben stellen nach ihm nichts anderes „als die von tierischen Zellen bekannten Chondromiten" dar. Etwas Ähnliches hat TISCHLER [4]) ebenfalls in den Tapetenzellen bei *Ribes* gesehen und als „Chromidialsubstanz in Strängen und Fäden im Plasma" bezeichnet; er läßt dieselben von dem aus dem Kerne herausgetretenen „Chromatinpartikeln" stammen. (Vgl. besonders die Fig. 36 u. 37.) Im Jahre 1907 beschreibt SMIRNOW [5]) den Mitochondrien analoge Strukturen" in den Zellen aus Wurzeln von *Hyacinthus orientalis*. Vor kurzem hatten DUESBERG und HOVEN [6]) auch die „Chondriosomen" in verschiedenen Zellen „des Keimes" bei *Pisum*, *Phaseolus*, *Allium* und in den Blättern von *Tradescantia* gesehen und teilweise abgebildet. Von den älteren Angaben in der botanischen Literatur müssen hier diese erwähnt werden: die „Granula" von ZIMMERMANN [7]) und besonders die „perlschnurförmig aneinander gereihten Körnchen", welche MIKOSCH [8]) sowohl in vivo als fixiert und gefärbt in Epidermis- und Parenchymzellen bei einigen Pflanzen gesehen hatte"[9]).

1) Arch. f. Zellforsch., B. IV, H. 4.
2) Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entw., B. 75.
3) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1904.
4) Jahrb. f. wiss. Bot., B. XLII, 1906.
5) Anat. Hefte, B. 32.
6) Anat. Anzeiger, B. XXXVI.
7) Beiträge zur Morphologie u. Physiologie der Pflanzenzelle, H. 1, 1890.
8) Über Strukturen im pflanzlichen Protoplasma. Verhandl. d. Ges. Deutsch. Naturforscher u. Ärzte. 66. Vers., 1894, S. 179.
9) Nach völligem Abschluß der Handschrift ist die Arbeit von H. LUNDEGÅRDT (Ein Beitrag zur Kritik zweier Vererbungshypotesen. Über Protoplasmastrukturen in den Wurzelmeristemzellen von *Vicia Faba*. Jahrb. f. w. Bot., B. XLVIII, H. 3) erschienen. Sie wird in meiner folgenden Mitteilung gebührendermaßen berücksichtigt sein.

Vor einigen Monaten untersuchte ich verschiedene Pflanzenteile, die mit „BENDAscher Flüssigkeit“ [1]) fixiert und nach MEVESschem Eisenhämatoxylinverfahren [2]) gefärbt wurden. In allen Fällen habe ich denen von MEVES und anderen als „Chondriosomen“ bezeichneten ganz analoge Strukturen gefunden; außerdem ergaben sich dabei noch einige Tatsachen von allgemeinem Interesse, worüber hier ganz kurz berichtet sei. Außer BENDAscher Flüssigkeit bediente ich mich noch des Gemisches von 10 pCt. Formalin (85 T.) und 1 pCt. Chromsäure (15 T.) mit nachfolgender Behandlung mit „starkem Flemming ohne Eisessig“ (5 Tage). Die Resultate waren dieselben.

Nach dieser letzten Methode wurden unter anderen Objekten auch die Wurzeln der Keimlinge von *Pisum sativum* fixiert. Von diesen sind zwei Zellen auf Fig. 1 abgebildet. Die intensiv schwarz gefärbten, scharf abgegrenzten Fäden, welche in der Zeichnung sofort auffallen, entsprechen vollkommen ihrem Aussehen nach den „Chondriokonten“ der tierischen Zellen. „Beziehungen zum Kern“, wie solche GOLDSCHMIDT [3]) für seinen „Chromidialapparat lebhaft funktionierender Zellen“ angibt, konnte ich für die eben besprochenen Gebilde in keinem Falle nachweisen [4]). Im Gegenteil, ein abweichendes Färbungsverhalten, das die Chondriosomen einerseits und das Chromatin anderseits zeigen, läßt sich in manchen Fällen ganz deutlich beobachten. Ein solcher Fall ist gerade auf Fig. 1 ersichtlich. Während die Chondriosomen hier ungemein scharf hervortreten, ist das Chromatin der sich teilenden Kerne fast ungefärbt geblieben und sieht wie gequollen aus. Ganz analoge Verhältnisse sind nach MEVES' Zeichnungen in den Zellen des Hühnerembryos zu beobachten. Man vergleiche z. B. in seiner oben angeführten Arbeit Fig. 1–6 der Tafel XXXIX, welche eine geradezu auffallende Ähnlichkeit mit unserer Fig. 1 darstellen. Alle meine übrigen Zeichnungen sind von verschiedenen Teilen von *Asparagus officinalis* L. entnommen. Fig. 2 zeigt die Chondriosomen im Plasma einer Pollenmutterzelle in Diakinese. Man sieht da unregelmäßig gebogene, ziemlich zarte, etwas varikose und verschieden stark gefärbte Fäden. Auch einige Körner sind da. An manchen

1) l. c., S. 752: 15 ccm 1 proz. Chromsäure, 4 ccm 2 proz. Osm.-Säure, 3 bis 5 Tropfen Eisessig.

2) Arch. f. mikrosk. Anat., B. 70.

3) Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog., B. 21, 1905.

4) In allen meinen Zeichnungen, wo die Chondriosomen in dem Kerne zu liegen oder aus dem Kerne hinauszuragen scheinen, befinden sie sich in Wirklichkeit im Cytoplasma, ober- oder unterhalb des Kernes.

Fäden bemerkt man ihre Zusammensetzung aus Körnchen, welche in einem weniger färbbaren Stroma eingelagert sind. Noch deutlicher treten die Varikosität der Fäden und ihre Körnchen während der Anaphase der ersten Teilung, welche auf Fig. 3 (a und b) abgebildet ist, hervor.

Wie bei der Teilung der somatischen Zellen (Fig. 1 u. 10), so auch bei der ersten Teilung in Pollenmutterzellen (Fig. 3) werden die Chondriosomen aus dem ganzen Spindelraume nach außen weggerückt. Von den Fasern in beiden Fällen ist meistens nichts zu sehen. Während in den somatischen Zellen die Chondriosomen ziemlich unregelmäßig verteilt erscheinen, höchstens mit einer Tendenz, an den Polen sich zu häufen (Fig. 1 u. 10), umgeben in den Pollenmutterzellen die Chondriosomen dicht mantelförmig die Teilungsfigur fast ringsherum; die Spindelpole aber bleiben hier von jenen frei. Die Chondriosomenfäden liegen dabei, wie es mir scheint, vorwiegend längs der Teilungsachse orientiert. Das ist aus Fig. 3 (a und b), welche von derselben Zelle bei verschiedenen Einstellungen gezeichnet sind, ersichtlich genug. Bemerkenswerterweise ist derselbe Unterschied zwischen somatischen und Geschlechtszellen auch bei den Tieren vorhanden[1]). Ob bei *Asparagus* die so oft bei letzteren beschriebene Querteilung der Chondriosomen (während der Teilung der Spermatocyten) vorkommt, ist zurzeit schwer zu entscheiden.

Nach der vollzogenen ersten Teilung der Pollenmutterzelle sind die Chondriosomen schon ganz umgewandelt (Fig. 4), ihre Form ist hier viel bestimmter — meist stäbchenförmig; sie sind kürzer, dicker und kompakter geworden. Noch ausgeprägter zeigt sich solche stäbchenförmige Gestalt der Chondriosomen in jungen Pollenkörnern, welche noch in einer Tetrade liegen (Fig. 5). Noch später zerfallen diese Stäbchen in Körner, welche sich zur Zeit der ersten Teilung und der Stärkebildung in dem stark erwachsenen Pollenkorn in kleine Bläschen umwandeln[2]). Nach den mannigfaltigen und gesetzmäßigen Umwandlungen der Chondriosomen während der Entwicklung des Pollenkorns läßt sich meines Erachtens der Schluß ziehen, daß die Chondriosomen als wichtiger Komponent des Zellenleibes bzw. Zellenlebens gelten dürfen.

Im Cytoplasma der Tapetenzellen sind bei *Asparagus offic.* auch schöne fadenförmige Chondriokonten vorhanden[2]). Be-

1) Meves, Arch. f. mikr. Anat., B. 72, S. 839—840.

2) Die betreffenden Zeichnungen konnten auf meiner Tafel keinen Platz finden.

ziehungen zwischen ihnen und den Kernen sind dabei nicht nachzuweisen.

Auf Fig. 6 sind vier nebeneinander liegende Zellen aus der Stengelspitze eines Keimlings von *Asparagus officinalis* dargestellt. Im Dermatogen (obere zwei Zellen) sind die Chondriosomen vorwiegend stäbchenförmig. In der zweiten Schicht zeigen sie schon die Tendenz, auf den beiden Enden bald gleich, bald ungleich stark anzuschwellen. Noch viel ausgeprägter tritt diese Erscheinung in der dritten Schicht, wo die Chondriosomen auch weit größer geworden sind, hervor. Die Zelle links stellt einen Übergangsfall dar. Da sind die Chondriosomen viel dicker als in der zweiten Schicht, aber doch ziemlich verschieden und unregelmäßig gestaltet. Beachtenswert ist hier die einseitige starke Anschwellung der Chondriosomen unten links in der Ecke und das dreigliedrige Gebilde im oberen Teile der Zelle. In der Zelle rechts hat der hantelförmige Typus der Chondriosomen deutlich Oberhand gewonnen; doch sind auch einige von einer weniger bestimmten Form vorhanden. Tiefer in der Richtung nach dem jungen Assimilationsparenchym des Stengels (Fig. 7) sieht man endlich fast ausschließlich nur die „Hanteln", und zwar erkennt man in ihnen bereits sehr leicht die schon längst bekannten „Teilungsfiguren" der Chromatophoren. Die letzteren Gebilde sind aber ihrerseits durch allmähliche Übergänge mit dem Stadium der Fig. 8 verbunden, wo selbst die jungen Chromatophoren sich noch um den Kern häufen. Es sind auch einige Strukturverhältnisse der Chromatophoren (Fig. 8 helle Spalten)[1] schon in dem Stadium Fig. 7 angedeutet. Die ganz ausgebildeten wandständigen Chromatophoren sind auf Fig. 9 abgebildet.

Die soeben beschriebene Entwicklung der Chromatophoren aus den Chondriosomen zeigt, daß im Pflanzenreiche die letzteren als ebensolche Bildungs- oder Differenzierungsorganula wie im Tierreiche betrachtet werden müssen. Auf eine Diskussion der Beziehungen der Chondriosomen zu den Chromatophoren in Hinsicht auf die SCHIMPERsche Lehre von der „Individualität" der Chromatophoren, möchte ich erst in einer anderen Arbeit speziell eingehen.

Verfolgt man in demselben Schnitte die Zellenreihe zwischen den unteren Zellen von Fig. 6 und den Prokambialzellen, so bemerkt man, daß die hier bereits wohl ausgebildeten „Hanteln" (Fig. 10, Zelle rechts) eine rückläufige Umwandlung erfahren, indem

1) Dieselben stellen wahrscheinlich ausgeschiedene Stärke dar.

sie wieder dünner und länger werden (Fig. 10, Zelle links). Ihr weiteres Schicksal ist aus den Fig. 11 und 12 ersichtlich. Dabei zeigt noch die Fig. 11, daß die Differenzierungsvorgänge im Innern der Zelle dieselben in ihrer äußeren Form bedeutend überholen können.

Die analogen Umbildungen gehen in wachsenden Epidermiszellen ebenfalls vor sich. Eine solche ist auf Fig. 13 abgebildet. In den älteren Epidermiszellen aber treten eigentümliche Anschwellungen der Fäden mit beginnender „Spaltung" auf, was auf Fig. 14 zu sehen ist. Von diesen entwickeln sich ganz sonderbare Gestalten, welche der betreffenden Zelle ein eigentümlich buntes Aussehen verleihen. Das sind teilweise aber ganz deutlich gespaltene Gebilde, welche sich trotz ihrer Mannigfaltigkeit doch typisch wiederholen. Einige häufiger vorkommenden Fälle sind auf Fig. 15 abgebildet.

Aus der Wurzel derselben Pflanze seien hier, außer einer Initialzelle (Fig. 16), zwei verschieden alte Zellen von der Wurzelhaube und zwei von der äußeren Rinde angeführt. An den Zellen der Wurzelhaube (Fig. 17 u. 18) ist sehr schön die Umwandlung von homogenen Fäden („Chondriokonten") der Initialzellen in Körnerfäden („Chondriomiten") der Zellen in der Mitte der Wurzelhaube (Fig. 17) und dann in Körner („Mitochondria") der Zellen aus der Spitze der Wurzelhaube (Fig. 18) zu beobachten.

In ziemlich erwachsenen peripherischen Zellen der Rinde (Fig. 19), sind außer den zahlreichen Körnern und „Körnerfäden", größere, meist elliptische Körper vorhanden, welche eine dunklere Schale und helleres (nicht homogenes) Mark zeigen; sie sind oft miteinander durch ziemlich dünne, doch sehr scharf hervortretende Fäden verbunden. Die jüngeren Zellen (Fig. 20) zeigen uns die Genese von diesen Gebilden. Ebenso wie Chloroplasten stammen auch diese Körper von den stäbchenförmigen Chondriosomen, welche an ihren Enden anschwellen, in der Mitte dagegen dünner und länger werden. Eigentümlich ist an diesen Anschwellungen ihre scharf differenzierte Schale; doch etwas Ähnliches haben wir auch bei Chloroplastenanlagen gesehen (Fig. 7 u. 8). Ich glaube, daß die zuletzt beschriebenen Gebilde nichts anderes als Leukoplasten sein werden; demgemäß zeigen sie einen analogen Ursprung und Entwicklung mit den Chloroplasten. Sehr interessant scheint mir die Tatsache zu sein, daß in den Anfangsstadien der Chromatophorenbildung (Fig. 6 u. 20) ebensolche Chondriosomengestalten, wie in manchen tierischen Zellen (vorwiegend mit Drüsencharakter)

auftreten. Dazu vergleiche man z. B. bei DUESBERG[1]) Fig. 7 (Taf. XXVIII), welche „les cellules de canalicules du corps de WOLFF" des Hühnerembryos darstellt. Die Ähnlichkeit ist auffallend, so daß eine wesentliche Übereinstimmung da vorhanden sein muß.

Einige Keimlinge von *Asparagus officinalis* wurden auch mit Alkohol (3 T.) und Eisessig (1 T.) fixiert. Von diesen wurden die Stengelspitzen mit Eisenhämatoxylin und Lichtgrün gefärbt. In den dritten und vierten Zellenschichten von oben, wo man in den nach BENDA fixierten Präparaten die schon ausgebildeten ziemlich großen „Chromatophorenhanteln" findet (Fig. 6), war nichts davon zu sehen: nur das gewöhnliche netzwabige „Plasmagerüst" war da. Ob die hier stellenweise hervortretenden etwas dichteren und stärker gefärbten Verdickungen des Gerüstes den Chondriosomen entsprächen, war schwierig zu entscheiden. Erst etwas weiter von der Stengelspitze in dem jungen Assimilationsparenchym ließen sich verschwommene lockere Gebilde wahrnehmen, die ihrem Aussehen nach bald den jungen Chloroplasten (wie in Fig. 8), bald stäbchenförmigen Chondriokonten ähnelten. Die fertigen Chromatophoren dagegen waren auch in diesem Fall wohl erhalten; sie glichen den in Fig. 9 abgebildeten.

Da die Anfangs- und Endzustände der Chondriosomenumwandlung in der Stengelspitze (Chondriokonten bzw. „Hanteln" einerseits und Chromatophoren anderseits) sich gegen Fixierungsmittel so verschieden verhalten, ist es sehr wahrscheinlich, daß die Chondriosomen während dieses Vorgangs nicht nur morphologische, sondern auch chemische Umwandlungen erfahren. Interessant ist es, daran zu erinnern, daß die „auflösende" Wirkung von Essigsäure von BRUNN für „Körner" (d. h. Mitochondria) in dem Spermatidenkörper verschiedener Tiere bereits im Jahre 1884 beobachtet wurde[2]). Auf dem minimalen Gehalt an Essigsäure in BENDAscher Flüssigkeit beruht ebenfalls das Erhaltenbleiben von Chondriosomen bei der Fixierung.

Sind die Chondriosomen in vivo wahrzunehmen? Die hier besprochenen Objekte erwiesen sich als für solche Untersuchungen nicht sehr geeignet. Die von mir bereits angestellte Untersuchung zeigt zurzeit an den günstigeren Objekten ebenfalls in vivo die fadenförmigen Gebilde, welche den nach der geeigneten Fixierung und Färbung in denselben Pflanzenteilen zu beobachtenden Chondriokonten vollkommen entsprechen.

1) Archiv f. Zellforsch., B. IV, H. 4.

2) S. BENDA, l. c. S. 755.

Am Schluß möchte ich noch darauf hinweisen, daß die oben beschriebenen Beobachtungen über die Entwicklung der Chloro- bzw. Leukoplasten bei *Asparagus officinalis* eine unzweideutige Übereinstimmung mit den betreffenden Angaben von MIKOSCH[1]) für *Allium* und *Galanthus* zeigen. Die ersten wahrnehmbaren Anlagen der Chlorophyllkörner (Etiolinkörner) an der Basis der jungen Blätter der genannten Pflanzen sind nach MIKOSCH auch spindel- oder stäbchenförmig (s. Fig. 12, 18, 19, 21), „mitunter von ganz eigentümlicher Gestalt" (s. Fig. 19), d. h. verschieden und unregelmäßig, ganz wie die oben beschriebenen Chondriokonten, gebogen (Fig. 20). Diese Gebilde wurden von MIKOSCH an lebenden Pflanzenteilen beobachtet.

Die Hauptresultate der vorliegenden Arbeit lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die früheren Angaben, daß die im Cytoplasma der tierischen Zellen vorhandenen spezifischen Zellorganula, die sogenannten Chondriosomen auch dem pflanzlichen Cytoplasma eigen sind, finden durch meine Untersuchung völlige Bestätigung. Die Chondriosomen dürfen daher als ein wesentlicher Teil des Cytoplasmas im allgemeinen gelten.

2. Die Chondriosomen wurden nicht nur in den embryonalen somatischen Zellen, sondern auch in den Pollenmutterzellen und Pollenkörnern konstatiert.

3. Während der Entwicklung erfahren die Chondriosomen der embryonalen Zellen der untersuchten Pflanze sehr mannigfaltige Umwandlungen. Die letzteren verlaufen in verschiedenen Teilen des Pflanzenkörpers verschieden, jedoch immer gesetzmäßig, und stellen die allmähliche Differenzierung des embryonalen Plasmas dar, welche mit den Differenzierungen der Zellen während der Gewebenontogenese Hand in Hand vor sich geht.

4. In der Stengelspitze des Keimlings wandeln sich bei dem untersuchten Objekte die Chondriosomen zu Chloroplasten um, in der Wurzelspitze zu Leukoplasten.

5. Das Vermögen der Chondriosomen, von Fäden aus zu Körnerfäden und Körnern zu werden, wie auch die oben beschriebenen Längsspaltungsvorgänge scheinen auf die Analogie im Aufbauprinzip zwischen den Chondriosomen und Chromosomen hinzuweisen.

Die vorliegende Arbeit wurde in den botanischen Instituten

1) „Über die Entstehung der Chlorophyllkörner." Sitzb. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien. B. XCII, 1. Abt., Juli-Heft, Jahrg. 1885.

Bonn und Kijew ausgeführt. Den hochverehrten Herren Vorstehern der genannten Institute, Prof. Dr. E. STRASBURGER und Prof. Dr. S. NAWASCHIN, möchte ich hier für ihr bereitwilliges Entgegenkommen meinen innigsten Dank aussprechen.

Kijew, Botanisches Institut des Polytechnikums, 2. November 1910.

Erklärung der Tafel XVII.

Alle Figuren sind mit Hilfe des Zeichenapparats nach ABBÉ gezeichnet. Tubuslänge 170 mm. Comp.-Oc. 12, Ölimm. Apochr. v. LEITZ 2 mm; die Fig. 14 u. 15 Comp.-Oc. 18. Dicke der Schnitte 5 μ.

Fig. 1. *Pisum sativum.* Zwei Zellen aus der Wurzel eines Keimlings.
Fig. 2–20. *Asparagus officinalis.*
Fig. 2. Pollenmutterzelle in Diakinese.
Fig. 3. Pollenmutterzelle. Anaphase der ersten Teilung: a) mittlere Einstellung; b) obere Einstellung. (Die Chromosomen sind der Deutlichkeit wegen absichtlich etwas blasser als die Chondriosomen gehalten.
Fig. 4. Nach der ersten Teilung der Pollenmutterzelle.
Fig. 5. Ein eben ausgebildetes Pollenkorn.
Fig. 6. Fünf Zellen aus der Stengelspitze eines Keimlings. Die zwei oberen sind vom Dermatogen.
Fig. 7. Eine Zelle am Grunde der kleinen Kladodienanlage, der Basis der sie umfassenden Blattanlage naheliegend
Fig. 8. Zelle aus Assimilationsparenchym der jungen Kladodie.
Fig. 9. Zelle aus Assimilationsparenchym der älteren Kladodie.
Fig. 10. Zwei Zellen aus den Zwischenschichten zwischen den Ur- und Prokambialmeristemen des Keimlingsstengels.
Fig. 11. Zelle, etwas näher zu den länglich gewordenen Prokambialzellen liegend.
Fig. 12. Zelle aus einem jungen Gefäßbündel des Keimlingsstengels.
Fig. 13. Epidermiszelle aus der Basis derselben jungen Kladodie, von welcher die Fig. 8 entnommen wurde.
Fig. 14. Aus einer älteren Epidermiszelle von derselben Kladodie. Eine Gruppe von Chondriosomen in „Spaltung" begriffen.
Fig. 15. Typische Gestalten von Chondriosomen aus noch älteren Epidermiszellen von derselben Kladodie.
Fig. 16–20. Aus der Wurzel eines Keimlings von *Asparagus officinalis.*
Fig. 16. Zelle aus der „Initialschicht". Chondriokonten.
Fig. 17. Zelle aus der Mitte der Wurzelhaube. Chondriomiten.
Fig. 18. Zelle aus der Spitze der Wurzelhaube. Mitochondria. Die blassen Kugeln in dem peripheren Teile der Zelle sind die „Statoblasten".
Fig. 19. Zelle aus der äußeren Periblemschicht.
Fig. 20. Etwas jüngere Zelle aus ebensolcher Schicht.

71. C. Wehmer: Notiz über Rhizopus-Arten.

(Eingegangen am 23. Dezember 1910)

Das zuerst von CALMETTE angeregte, in Seclin durch COLLETTE und BOIDIN eingerichtete, heute zu nennenswerter Bedeutung gelangte sogenannte Amylo-Verfahren arbeitete bekanntlich zunächst mit dem von CALMETTE als „*Amylomyces Rouxii*" bezeichneten Pilz, dem heutigen *Mucor Rouxii*, der aber bald verlassen wurde. An seine Stelle trat ein Rhizopus, der als *Amylomyces* eingeführt, später den richtigen Namen *Rhizopus japonicus* erhielt[1]); nachdem zwischendurch auch Versuche mit dem alten Reisschimmel (*Aspergillus Oryzae*) gemacht waren, arbeitet man zurzeit in Seclin mit einem ganz neuem Pilz, der nach Angabe BOIDINs leistungsfähiger als die früheren ist und dort den Namen *Mucor Delemar* erhielt[2]). Dieser Pilz, von dem Herr BOIDIN mir eine Kultur zu schicken die Freundlichkeit hatte, ist bislang nicht näher untersucht worden, sein Name wird nur gelegentlich in technischen Werken genannt[3]), tatsächlich ist er, wie sich hier alsbald herausstellte, kein Mucor, sondern ein echter Rhizopus, er muß also *Rhizopus Delemar* heißen.

Für diesen neuen Rhizopus gilt leider das auch die übrigen Spezies dieser Gattung unangenehm Charakterisierende: er ist gleich schwer unterscheidbar; morphologisch wie physiologisch stimmt bei ihm wieder alles in den Hauptzügen mit den anderen überein. In den beiden letzten Semestern ist der Pilz im hiesigen Technisch-bakteriologischen Laboratorium von Herrn Prof. Dr. USAMI aus Tokyo genauer studiert worden, worüber derselbe demnächst ausführlicher berichtet. Von Herrn USAMI wurde die Spezies neben verschiedenen anderen (*Rh. tonkinensis*, *Rh. nigricans*, *Rh. Oryzae* u. a.) längere Zeit vergleichend kultiviert, dabei sowohl die mikroskopischen Charaktere wie die chemischen Wirkungen, Wärmeansprüche und anderes berücksichtigt, aber im ganzen war das Fazit ziemlich mäßig; es gehört in der Tat zu den schwierigsten

1) Näheres s. Handbuch der technischen Mycologie, Herausg. von F. LAFAR, Bd. IV, 1909, S. 495.

2) DELEMAR ist der Name des mit diesen Arbeiten in der Fabrik zu Seclin betrauten Chemikers; als *Mucor Delemar* wurde der Pilz dort benannt.

3) So bei MÄRCKER-DELBRÜCK, Spiritusfabrikation 1908, 9. Aufl. p. 716.

Aufgaben in der Mycologie, solche Rhizopusarten wirklich zuverlässig zu unterscheiden; trotzdem mancherlei auf spezifische Verschiedenheit ganz bestimmt hinweist, hält es schwer, die Merkmale zu fassen. Unterschiede zwischen den Kulturen der einzelnen Formen sind auch sichtbar, zumal wenn man dieselben direkt nebeneinander hat, unter veränderten Kulturbedingungen sind sie leider nicht immer dieselben. Zum Vergleich sind ferner noch einige tierpathogene Arten, mit denen Herr Dr. TRUBIN-Kasan — der sie als *Mucor* I und II einsandte — Infektionsversuche gemacht hatte, geprüft, die Ergebnisse sind aber auch da recht bescheiden; ob die Fortsetzung dieser Arbeit mehr Erfolg verspricht, läßt sich heute noch nicht sagen, hier wollte ich zunächst lediglich die Tatsache der Untersuchung konstatieren. Eine Rhizopus-Bestimmung ohne Vergleichsmaterial scheint mir zurzeit noch eine mißliche Aufgabe, darüber lasse man sich nicht durch Diagnosen hinwegtäuschen.

Rhizopus Delemar ist technisch von ganz besonderer Leistungsfähigkeit, intensives Wachstum und schnelles Verzuckerungsvermögen fallen zusammen, eine Vorstellung davon gibt die Tatsache, daß dieser Pilz nach BOIDINs Berechnung in den Amylo-Gärapparaten zu Seclin (a 1200 Hektoliter) stündlich nicht weniger als ungefähr 500—600 kg Zucker aus Stärke bildet.

Übrigens ist ja die Gattung *Rhizopus* nicht die einzige, deren Spezies einer schärferen Charakterisierung selbst mit Hilfe der Reinkultur Schwierigkeiten bietet. Auch *Penicillium*, dessen zahlreiche Arten noch kürzlich von C. THOM morphologisch wie chemisch in Reinkulturen vergleichend bearbeitet wurden, verursacht solche; nicht anders ist es wie ich früher mitteilte, bei *Citromyces*, wo mikroskopische Unterscheidungsmerkmale gleichwie bei zahlreichen Bakterien-Spezies so gut wie ganz im Stich lassen, und das Studium der Formen nach rein „bakteriologischen" Grundsätzen betrieben werden muß. Günstiger ist die Sachlage schon bei *Mucor*; Mucor-Spezies in Reinkulturen, die neuerdings auch HAGEM für eine Zahl von Spezies durchgeführt hat, sind vielfach schon für das unbewaffnete Auge unterscheidbar; das gilt wenigstens für eine ganze Zahl in Kultur von mir nebeneinander geführter. Vergleichende Reinkulturen zum Zweck der Artunterscheidung habe ich für *Aspergillus* übrigens bereits vor 10 Jahren mit Erfolg angewandt und nicht nur auf deren selbstverständliche Bedeutung für die Systematik hingewiesen, sondern auch die Forderung vertreten, daß die Beschreibung neuer Spezies aus den genannten

Gruppen von der Reinkultur ausgehen müsse; es liegt das ja auf der Hand, und bedarf keiner Begründung[1]).

Brauchbare Resultate erzielt man natürlich nicht nach dem alten bakteriologischen Schema mit Nährgelatine, Nähragar, Nährbouillon usw., sondern — wie das bei kultivierenden Mykologen auch ja üblich, — nur durch Anpassung der Nährböden an die Ansprüche der Pilze; zucker- und stärkehaltige Substrate (Bierwürze, Most, Fruchtsäfte, Reis, Kartoffeln, Stärkekleister, Brot) Holz usw. werden deshalb seit lange benutzt, schon weil gerade manche von diesen eine bessere Unterscheidung der besonderen Ansprüche und Wirkungen (Gärung, Farbstoffbildung, Zucker- und Stärke-Hydrolyse) ermöglichen. Speziell auch für Unterscheidung von Rhizopus-Arten liegt da seit länger mancherlei Material vor. (VUILLEMIN, SITTNIKOFF und ROMMEL, SAITO), dies bedarf zum wenigsten auch bezüglich der mikroskopischen Merkmale gelegentlich wohl einer nochmaligen umfassenden Durcharbeitung.

72. C. Steinbrinck: Über die Ursache der Krümmungen einiger lebender Achsenorgane infolge von Wasserverlust.

(Erste Mitteilung.)

(Mit 3 Textfiguren.)

(Eingegangen am 29. Dezember 1910.)

A. Einleitung.

Der langjährige Kampf, der um grundlegende Beispiele der sog. Kohäsionstheorie bei Pflanzenzellen geführt worden ist, hat den Ausbau derselben im einzelnen gehemmt und namentlich die Verfolgung verwickelterer Fragen ihres Gebietes beeinträchtigt. Zu diesen gehört die Untersuchung, ob und inwieweit bei schrumpfelnden Geweben außer der Abnahme des flüssigen Zellinhaltes ein Wasserverlust in der umschließenden Membran eintritt und als mechanischer Faktor zur Geltung kommen kann. Nachdem nun endlich im verflossenen Jahre zum ersten Male unabhängig voneinander zwei eingehende Spezialarbeiten erschienen sind, die rückhaltlos für jene

1) APPEL und WOLLENWEBER (diese Berichte 1910, 28, 435), die kürzlich die Fusarien mit Hilfe von Reinkulturen bearbeiteten, bewegen sich da also keineswegs — wie sie anzunehmen scheinen — auf neuen Bahnen.

Theorie eintreten[1]), dürfte ihre Fundamentierung soweit gesichert sein, daß Zeit bleibt, jene eben bezeichnete Frage in Angriff zu nehmen.

Bereits im Jahre 1903, sowie 1904, hatte URSPRUNG das Aufspringen der Sporensäcke bei den Schachtelhalmen durch die gleichzeitige Einwirkung von Kohäsionszug und Membranschrumpfung zu erklären gesucht[2]). Ich mußte diese Auffassung aber ablehnen, weil die charakteristische Kontraktion und Deformation jener Sporangien bei Ausschließung des Kohäsionszuges unterbleibt[3]). Zu meiner Unterstützung stand mir damals auch ein Urteil SCHWENDENERs zur Verfügung, das für einen ähnlichen Fall abgegeben war und lautet[4]): „Mit der Folgerung, daß die . . . . Wände . . . vermöge ihrer hygroskopischen Eigenschaften die in Rede stehenden Bewegungen herbeiführen, ist selbstverständlich die Annahme, daß in den beteiligten Zellen noch flüssiger Inhalt vorhanden ist, schlechterdings unvereinbar." Dieses Urteil SCHWENDENERs ist aber zu einer Zeit gefällt worden, da man noch wenig den Umstand zu berücksichtigen gewohnt war, daß die Flüssigkeit im Zell-Lumen durch den Kohäsionszug unter gewissen Bedingungen in eine erhebliche negative Spannung geraten kann, die auf den Wassergehalt der Membran schwerlich ganz ohne Einfluß bleiben wird. Allerdings pflegen wir im allgemeinen auch heute noch die Imbibitionskräfte der Membran auf so viele Atmosphären zu bemessen, daß wir geneigt sind, eine solche Wasserabnahme der Zellwand als sehr geringfügig und darum tatsächlich bedeutungslos einzuschätzen. Trotzdem sind neuerdings wieder mehrere Stimmen laut geworden, welche Krümmungserscheinungen lebender Gewebe in besonderen Fällen auf Veränderungen im Wassergehalt ihrer Membranen zurückzuführen suchen. So erwähnt JOST in seinen Pflanzenphys. Vorlesungen (1908, S. 486), daß GANONG[5]) diese Ansicht bezüglich lebender Baumäste geäußert habe. HANNIG kam i. J. 1908 hinsichtlich der Krümmungen lebender *Rhodendron*-Blätter bei Frost und Tauwetter[6]) zu demselben

1) HANNIG, Über den Öffnungsmechanismus der Antheren, Jahrb. f. Wiss. Bot. 1909 Bd. 17, S. 186—218 und W. SCHMIDT, Über den Einrollungsmechanismus einiger Farnblätter, Inaug.-Diss. Kiel 1910 (auch in d. Beiheft. z. Bot. Zentralbl. 1910).

2) Öffnungsmechanismus der Pteridophyten-Sporangien; Jahrb. f. Wiss. Bot. 1903, Bd. 38, S. 655 ff u. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 1904, S. 82 ff.

3) Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 1903, S. 218 ff.

4) Sitzgsber. d. Berl. Ak. d. Wiss. 1902, Bd. 47, S. 1058.

5) Annals of Bot. 1904, Bd. 18, S. 631: An undescribed thermometrical movement of bronches.

6) Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. Bd. 26a, S. 151 ff.

Resultate. Endlich meint LOECH die Trockenkrümmungen lebender Achsen und Blätter von Laubmoosen ebenfalls durch Membranschrumpfung erklären zu können[1]).

Nun hat sich LOECHs Darstellung hinsichtlich der Moosblätter bereits als unzutreffend erwiesen[2]); gegen HANNIGs Deutung der erwähnten Blattbewegungen von *Rhododendron* habe ich schon 1908[3]) das Bedenken erhoben, ob nicht doch dabei hauptsächlich Schrumpfelung in Betracht komme, die bei den unregelmäßigen Formen der betreffenden Zellen leicht zu übersehen sei; ferner machte bei der Erwähnung von GANONGs Mitteilung JOST sofort seinen Zweifel geltend, „ob wirklich der Wassergehalt der Zellhaut so beträchtliche Schwankungen aufweisen kann, während das Protoplasma am Leben ist".

Wenn nun solche Schwankungen wirklich vorkommen, so sind sie wohl am ehesten bei jenen Pflanzen zu erwarten, die unter ungünstigen Umständen zeitweilig eine lange Ruheperiode zu überdauern vermögen, in der die Lebensvorgänge stark herabgesetzt sind. Denn ihr Protoplasmakörper wird, wie man bei Laubmoosen beobachten kann, infolge des Wasserverlustes nicht selten so konsistent, daß man in Zweifel gerät, ob man ihn noch als leichtflüssig auffassen darf. In solchen Fällen liegt ja die Annahme sehr nahe, daß auch die Zellhaut ihr Imbibitionswasser größtenteils eingebüßt hat. Als eine der ausdauerndsten Pflanzen dieser Art gilt aber die mittelamerikanische *Selaginella lepidophylla*. Daher bemühte ich mich, als ich von Herrn Prof. NORDHAUSEN erfuhr, daß über sie eine Breslauer Dissertation aus dem Jahre 1890 existiere, in der der Verfasser[4]) die bei Wasserverlust eintretenden Krümmungen auf die hygroskopischen Eigenschaften ihrer Zellmembranen zurückgeführt habe, das nötige Material zu erlangen, um dieses Ergebnis nachzuprüfen. Durch die liebenswürdige Vermittlung des Herrn Dr. CLAUSSEN erhielt ich auch zwei kräftige lebende Exemplare von *Sel. lepidophylla* vom Berliner botanischen Institut, und Herr Prof. PAX hatte die Güte, mir sein Exemplar der Dissertation von WOJNOWIČ zur Verfügung zu stellen, da ich ein mit den 4 Tafeln ausgestattetes Bibliotheksexemplar nicht erlangen konnte.

1) Flora, 1907, Bd. 97, S. 76—95; Abhdlgg. d. Bayr. Ak. d. Wiss. 1908. II. Kl. Bd. 23, 3. Abt. S. 478—488; Flora 1910, Bd. 101, Neue Folge I S. 373—394; Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 1909, Bd. 27, S. 51 und 460.

2) S. mein. Ber. a. d. Dtsch. Bot. Ges. 1908, S. 410; 1909, S. 169 und 1910, S. 19.

3) Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 1908, Bd. 26a, S. 403.

4) WOJNOWIČ, Beiträge zur Morphologie, Anatomie und Biologie der *Selaginella lepidophylla* Spring. 34 Seiten mit 4 Tafeln.

Nach WOJNOWIĆ lebt nun *Sel. lepidophylla* in Höhen von 2500—3500 Fuß „in Mexiko, Kalifornien bis Peru". Von Herrn Dr. WEBERBAUER-Lima erfuhr ich aber, daß er die Pflanze während 4 Jahren auf seinen botanischen Reisen in Peru nicht angetroffen habe. Dagegen erhielt ich von Herrn Dr. WEBERBAUER sowie von meinem Freunde Herrn Geh. Med.-Rat Dr. GAFFRON-Lima eine Sendung von *Selag. peruviana*, die „auf den peruanischen Anden zwischen 1800 und 3400 m Seehöhe" ähnlich wie *Sel. lepidophylla* xerophytisch vegetiert.

Zu meiner großen Überraschung fand ich nun bei *Sel. lepidophylla* wenigstens an den noch nicht ausgewachsenen Geweben der Zweige, z. T. bis auf Entfernungen von 6—9 cm von deren Gipfel, die Ansicht von WOJNOWIĆ nicht bestätigt, sondern einen ganz ausgesprochenen Kohäsionsmechanismus. Das gleiche ist an den jüngeren Partien von *Sel. peruviana* der Fall, während in den älteren Teilen des Stereomes Merkmale hervortraten, die auf Schrumpfungsmechanismus deuten.

Nun erinnern die niedrigen winzigen Stämmchen von *Sel. peruviana* im Habitus und in anderer Beziehung einigermaßen an einige Moose mit Trockenkrümmung wie *Leucodon sciuroides* und *Orthotrichum Lyellii*[1]). Ich wandte mich daher auch diesen Laubmoosen, sowie dem von LORCH eingehender beschriebenen[2]) *Leptodon Smithii* zu, das mir in schönen Rasen und kräftigen Exemplaren in zuvorkommendster Weise von Herrn Koll. Prof. OSTERWALD, großenteils aus der vorzüglichen Bryothek: Musci europaei exsiccati von Dr. E. BAUER (SMICHOW-Prag) stammend, zur Verfügung gestellt wurde[3]). Hier fand ich nun ausgesprochene Schrumpfungsmechanismen und gestatte mir, hiermit zunächst über diese zu berichten, um die Mitteilung über die beiden Selaginellen später anzuschließen. Allen Herren, die mich so liebenswürdig mit Material und Literatur unterstützt haben, darf ich aber wohl schon an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aussprechen. Zu diesen gehört auch Herr Geh.-Rat Prof. STRASBURGER, der mir aus dem Bonner Institut seine Jodgrün-Säurefuchsin-Mischung zugehen ließ, da mir käufliche sowie selbsthergestellte Mischungen von Methylgrün-

1) Nach der liebenswürdigen Bestimmung von Herrn Koll. Prof. OSTERWALD-Berlin; durch die eigenartigen Anhängsel der Blätter und die zahnförmigen Papillen unverkennbar.

2) LORCH hat auch *Leucodon* kurz besprochen, das gen *Orthotrichum* aber noch nicht erwähnt.

3) Die dazu nötige Literatur verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Dr. CORRENS.

Fuchsin die in STRASBURGERs bot. Praktikum[1]) angegebenen Reaktionen auf Protoplasma und Zellmembranen nicht lieferten. Ich wandte nämlich das genannte Reagens neben GRENACHERs Borax-Carmin an, um zu erkennen, ob die bei der Krümmung beteiligten Zellen lebendig oder schon plasmaleer, also sicher abgestorben waren.

B. Die Trockenkrümmungen von *Leptodon Smithii, Leucodon sciuroides* und *Orthotrichum Lyellii.*

a) Die anatomisch-physikalischen Grundlagen des Problems.

Die polsterförmigen Rasen von *Orthotrichum Lyellii* und *Leucodon sciuroides* bestehen aus zahlreichen nebeneinandergestellten einfachen oder mäßig verzweigten Ästen, die im turgeszenten Zustande ziemlich gerade gerichtet sind, sich aber bei längerer Trockenheit bogig einkrümmen, so daß die konkaven Flächen großenteils nach einer Seite gerichtet sind. Dabei rücken zugleich die Blätter, die an den durchnäßten Polstern von *Orth. Lyellii* sperrig abstehen und bei *Leucodon* nur schwach von der Achse divergieren, nahe an die tragende Achse heran. Die „Stämmchen" (sekundären Achsen) von *Leptodon Smithii* sind dagegen, wie es LORCH (Flora 1907, Bd. 97, S. 76 ff.) dargestellt hat, mehrfach fiederästig; bei voller Wasserdurchtränkung liegt das ganze Verzweigungssystem eines solchen Stämmchens nahezu in einer Ebene: beim Austrocknen krümmen sich aber die Stämmchen sowohl wie ihre Äste und Zweige der Länge nach derart ein, daß die Oberseite[2]) konkav wird.

Da nun die Einrollung des Stämmchens gewöhnlich mehr als eine Windung ausmacht, so ist dabei diese Oberseite am ganzen Zweigsystem den Blicken des Beschauers und somit auch der dörrenden Einwirkung der Strahlung entzogen. — Übrigens kann man die erwähnten Krümmungserscheinungen bei den genannten Moosen an wasserdurchtränkten Pflänzchen schon binnen einigen Minuten hervorrufen, wenn man sie in eine gesättigte Lösung von $MgCl_2$ bringt, die ungemein rasch wasserentziehend wirkt. Wir

1) z. B. Klein. bot. Praktikum, 1902, S. 26 (vgl. S. 239)

2) Wegen der unklaren Darstellung LORCHs sei dies besonders hervorgehoben. An lebenden Pflänzchen hat Herr Prof. CORRENS nach brieflicher Mitteilung dies mit Sicherheit beobachtet; an Herbariumsexemplaren läßt es sich ebenfalls bestimmt und leicht feststellen, wenn sie Sporenkapseln tragen. Denn diese finden sich auf der Konkavseite der trockenen Pflanzen zwischen dem eingerollten Gezweige angewachsen.

kommen hierauf später zurück und wollen uns zunächst mit den Krümmungsursachen von *Leptodon Smithii* beschäftigen, weil diese von LORCH ausführlich behandelt sind. Die gleiche Frage läßt sich wegen der Ähnlichkeit der Verhältnisse danach auch für *Leucodon* und das genannte *Orthotrichum* kurz erledigen.

Leider ist die Darstellung, die LORCH über den Krümmungsmechanismus von *Leptodon* bringt, so verworren, daß es mir nicht möglich gewesen ist, daraus ein klares Bild seiner Anschauung zu gewinnen. Ich kann aus seinen Worten nicht einmal erkennen, welche Seite der gefiederten *Leptodon*-Achsen er als die dorsale, welche als ventrale bezeichnet. Wegen des Sprachgebrauches wandte ich mich daher an Herrn Prof. CORRENS um Auskunft und erhielt von ihm u. a. die freundliche Mitteilung zweier Zitate aus BISCHOFFs Wörterbuch der beschreibenden Botanik von 1857 und aus SACHS' Vorlesungen über Pflanzenphysiologie (1882, S. 596). Nach BISCHOFF ist „dorsum der Rücken, die äußere oder untere, von der gemeinschaftlichen oder eigenen Achse (Anheftungsstelle) abgewendete Seiten eines Organes, so die untere Seite der Blätter, die nach außen gekehrte Seite einer Frucht", während SACHS bei den „den Laubblättern ähnlichen Sprossen der Lebermoose, vieler Algen und der Farnvorkeime" von dem „Gegensatz von Ober- und Unterseite, resp. Rücken- und Bauchseite" spricht[1]).

Im Eingange seiner Mitteilung über *Leptodon* scheint LORCH der Bezeichnungsweise von SACHS zu folgen, denn nach Seite 76 soll sich „der sekundäre Hauptsproß bei eintretendem Wasserverlust nach der dorsalen Seite" zusammenrollen. Wenn er hiernach

1) Dem letzteren Sprachgebrauche ist WOJNOWIČ bei *Selaginella* gefolgt. Denn er kennzeichnet (vgl. S. 16 der Diss.) die dorsale Seite als die „dem Erdboden abgewandte" und setzt zur Erklärung des Begriffes Dorsalblätter das Wort „Oberblätter" in Klammern zu. — Der verschiedene Sprachgebrauch geht auch aus einigen weiteren Zitaten hervor, die ich nachträglich der Güte des Herrn Prof. CORRENS verdanke. Das eine entstammt den Arbeiten des bot. Inst. Würzburg, III. S. 203, Anm. 1. Dort spricht sich NOLL hinsichtlich der dorsiventralen Blüten gegen die Gewohnheit aus, „die rein morphologische Oberseite als Dorsalseite zu bezeichnen", da ja bei Fumariaceen quer-zygomorphe Blüten vorkommen. Die andere Stelle findet sich bei ENGLER und PRANTL, Musci S. 187, wo CARL MÜLLER bez der Laubmoose die Bemerkung macht: „Die vielfach üblichen Bezeichnungen Bauchseite für Oberseite und Rückenseite für Unterseite sind nicht empfehlenswert, weil sie, wie LIMPRICHT mit Recht hervorhebt, bei den Lebermoosen gerade umgekehrt angewendet werden". Nach Herrn Prof. CORRENS bezieht sich C. MÜLLER hierbei auf RABENHORSTs Kryptogamenflora, Laubmoose von LIMPRICHT, Bd. IVa. S. 15.

unter der dorsalen Seite die Oberseite[1]) versteht, so muß er später die Ausdrücke Rücken- und Bauchseite mehr als einmal verwechselt haben. Aber auch diese Annahme reicht nicht aus, um dem Leser über LORCHs Unklarheiten hinwegzuhelfen. In seinen Auseinandersetzungen spielt nämlich ein Band „dickwandiger dorsaler Zellen" (u. a. veranschaulicht durch Fig. b S. 77) eine hervorragende Rolle. So heißt es z. B. nach der Mitteilung zweier kleiner, an dem Hauptstämmchen angestellten Versuche S. 78: „Aus diesen wenigen Versuchen geht klar hervor, daß das an der dorsalen Seite gelegene Band dickwandiger Zellen in ursächlichem Zusammenhange zur Einrollung steht. Schneidet man vorsichtig diesen Zellkomplex an mehreren Stellen durch, so unterbleibt die Einrollung, weil das dorsale Band in seiner Tätigkeit unterbunden ist. Naturgemäß muß sich der Grad der Einrollung stark vergrößern, sobald durch Ausführung von Einschnitten auf der Bauchseite das Übergewicht des dorsalen unverletzten Bandes erhöht wird."

In Wirklichkeit verhält sich aber die Sache in zweifacher Beziehung gerade umgekehrt. Erstens liegen die dickwandigen (englumigen) Zellen des Stereomes nicht auf der Ober- sondern auf der Unterseite der Achsenorgane. Zweitens wird sowohl an ganzen Stämmchen wie an radialen Längsschnitten die Einrollung nicht verringert, sondern gesteigert, wenn man diese dickwandigen Zellen beseitigt, sie verschwindet nahezu dann, wenn man das gegenüberliegende schwächere Stereomband ausschaltet.

Aus Beobachtungen an Längsschnitten hat LORCH selbst anfänglich folgenden Schluß gezogen (S. 80): „Die Einrollung beruht also darauf, daß das schmälere Band der ventralen Seite des Stämmchens beim Austrocknen sich stärker zusammenzieht als das dorsale." Sonderbarerweise wird diese Folgerung jedoch auf der folgenden Seite sofort wieder aufgehoben. Dort heißt es nämlich: „Wenn also die spiralige Einrollung auf dem verschiedenartigen Verhalten der beiden Gewebemassen beruht, so bleibt doch immer noch die Frage offen, ob nicht auch das ventrale Gewebe einen bestimmenden Einfluß ausübt. Aufschluß darüber konnte nur der Versuch erteilen. Dieser lieferte das erwartete Resultat. Das ventrale Gewebe führt weder im trocknen, noch im turgeszenten Zustande eine seitliche Krümmung aus, ist also auch nicht bei der Einrollung des Stämmchens aktiv beteiligt."

Mir ist es unverständlich, wie LORCH diese Widersprüche

1) Vgl. oben S. 11, Anmerkung.

vereinen will. Die Einrollung soll durch die Kontraktion des ventralen Gewebes bewirkt werden (S. 80). Dennoch soll dieses ventrale Gewebe „nicht aktiv beteiligt sein“ und „keinen bestimmenden Einfluß“ ausüben (S. 81). Ja, wenn man es beseitigt, soll die Krümmung sogar stärker werden (S. 78). Das ventrale Gewebe soll endlich durch seine Kontraktion eine Krümmung nach der dorsalen Seite verursachen? (S. 76.)

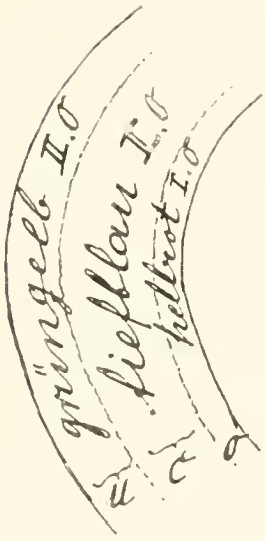


Fig. 1.

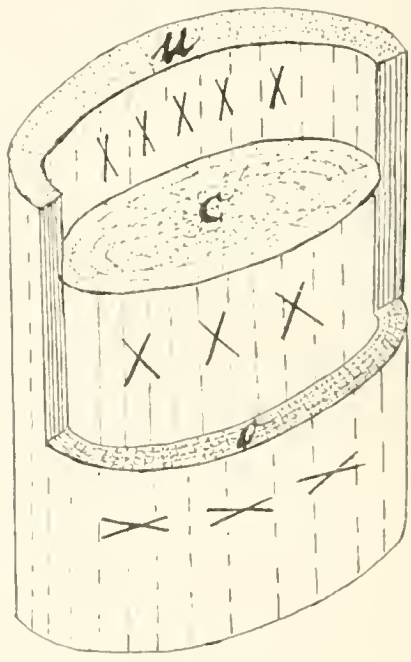


Fig. 2.

Fig. 1. *Leptodon Smithii*, Rad. Längsschnitt des Stämmchens zwischen gekreuzten Nikols mit Gipsblatt Rot I. u Stereom der Unterseite, o Ster. der Oberseite, c Zentralgewebe; u und c mit Additions-, o mit Subtrakt.-Farbe.

Fig. 2. *Leptodon Smithii*. Schematische Darstellung des Wandgefüges im Stämmchen; u unteres, o oberes Stereom; c zentrales Gewebe. Die Arme der Kreuze geben die ungefähre Neigung der Achsen geringster Schrumpfung an.

Merkwürdigerweise scheint LORCH selbst von seinen Darlegungen vollbefriedigt zu sein, sonst würde er am Schlusse derselben schwerlich äußern: „Auf dem durch diese Versuche bezeichneten Wege hoffe ich noch manche andere Bewegungserscheinungen ausreichend erklären zu können (S. 81).

Hätte sich LORCH als bewährtes Hilfsmittel zur Erforschung der Schrumpfungsmechanismen das Polarisationsmikroskop dienstbar

gemacht, das doch u. a. bereits vor 13 Jahren Licht über die Bewegungen der Moosperistome verbreitet hat, so wäre er wohl nicht so sehr in die Irre geraten. Es lehrt nämlich sofort, daß in dem mechanischen Ringe des Stämmchens und seiner Seitensprosse auf der Ober- und Unterseite nicht bloß ein Unterschied im Grade der Wandverdickung und in der natürlichen Membranfärbung besteht, sondern daß die Zellwände dieser gegenüberliegenden Gewebe voneinander auch sehr wesentlich in ihrem Gefüge abweichen. Während nämlich auf dem Radialschnitt die Wände der Stereomzellen auf der Unterseite, ebenso wie die Wände des zarteren Zentralgewebes die gewöhnliche Farbenreaktion zeigen, weisen die Fasern der Oberseite Farben entgegengesetzter Art auf. Erscheinen z. B. zwischen gekreuzten Nikols bei Diagonalstellung mit einem Gipsblättchen die ersteren Membranen in Additionsfarbe, so tritt bei letzteren eine Subtraktionsfarbe auf (s. Fig. 1). Danach besitzen diese drei Gewebe ein Wandgefüge, wie es schematisch durch Fig. 2 veranschaulicht wird. Zu ihrem Verständnis mag der Hinweis auf ähnliche schematische Skizzen früherer Publikationen, z. B. im biol. Zentralblatt v. 1906, Bd. 26, S. 669 Fig. 7 u. S. 732 Fig. 22b, sowie in der Flora 1908, Bd. 98, S. 479, Fig. 1a; S. 483, Figg. 2a u. 2b, S. 486 Fig. 4; S. 490 S. 8a u. 8b usw. genügen.

Wie die Lage der Kreuze andeutet, steht die Richtung der geringsten Schrumpfung im Stereom der Oberseite annähernd senkrecht auf der Längsachse seiner Zellen: im Stereom der Unterseite läuft sie dagegen dieser annähernd parallel und erscheint auch im zentralen Gewebe steilgestellt[1]). Dadurch sind aber mit einem Male die sämtlichen oben erwähnten Eigentümlichkeiten der *Leptodon*-Sprosse in klares Licht gestellt. Dies gilt zunächst (a) von der natürlichen Trockenkrümmung, da ja das obere Stereom o in der Längsrichtung des Sprosses erheblich stärker schrumpft als e und u. Eben so leicht erklärt es sich (b), daß sowohl an Längsschnitten wie am Stämmchen selbst die Trockenkrümmung sehr stark herabgesetzt wird, wenn man die Zone o beseitigt[2]): denn zwischen e und u sind ja nach Ausweis der Polarisations-

1) Die höhere Farbe von u gegenüber c beruht wahrscheinlich größtenteils auf der stärkeren Wanddicke, aber wie das gleich mitgeteilte Versuchsergebnis (b) zeigt, nicht ausschließlich.

2) Dies geschieht an Radialschnitten durch Abspalten mit dem Skalpell; am ganzen Stämmchen, indem man es im durchtränkten Zustand quer über den Mantel eines Flaschenkorkes legt und dort mit dem Daumen und dem Zeigefinger der linken Hand gespannt hält, während die rechte Hand mit dem Rasiermesser die ganze Zone o abträgt. LORCH hat sich statt dessen mit zahlreichen Einschnitten zu helfen gesucht.

farben die Schrumpfungsdifferenzen weit geringer als zwischen o und c. Damit hängt weiterhin zusammen, daß drittens die Trockenkrümmung noch gesteigert wird, wenn man (sei es, wie vorher, an radialen Längsschnitten oder am ganzen Sproß) das Band u entfernt; denn dadurch wird der Widerstand der konvexen Seite gegenüber der Kontraktion von o herabgesetzt. Endlich läßt sich bei dieser Sachlage auch leicht verstehen, warum die Zellen von u engluniger und dickwandiger sind als die übrigen. Denn sie nehmen ja überall am gekrümmten Sproßsystem die dem Winde und der Sonnenstrahlung ausgesetzte Konvexfläche ein. Je dickwandiger sie aber sind, desto besser vermögen sie das übrige zartere Gewebe vor zu weitgehendem Wasserverlust und sonstiger Schädigung zu bewahren.

Was nun noch den Bau der Äste von *Leucodon sciuroides* und *Orthotrichum Lyellii* anbetrifft, so treffen wir in ihrem Stereomring und Zentralgewebe ähnliche Verhältnisse wie bei *Leptodon* an. Von Ober- und Unterseite können wir bei den bei lebhafter Vegetation ziemlich gerade aufgerichteten Sprossen freilich kaum reden. Vergleicht man aber die Seiten, die bei dem Wasserverlust der Sprosse konvex, beziehungsweise konkav werden, so finden wir bei *Leptodon* auf jener ersteren die dickwandigeren Zellen als Schutzzone. Und wenn auch, der geringeren Krümmung entsprechend, die Differenzen der Polarisationsfarben meist nicht so scharf ausgesprochen sind, so ist doch in der Beziehung die Übereinstimmung unverkennbar, daß die höchste Additionsfarbe immer auf der konvex werdenden Seite auftritt und nach der Konkavseite hin oft ein Abfall nach der Neutralfarbe hin oder darüber hinaus bemerkbar ist. Die bei *Leptodon* angeführten Versuche ergaben daher bei *Leucodon* dasselbe Resultat, nur konnte ich an Komplexen, die nur aus den verdickten Fasern der Konvexseite und einem Teil des Zentralgewebes bestanden, keine hygroskopischen Krümmungen feststellen. LORCH nennt die Sprosse von *Leucodon* im Gegensatz zu den dorsiventralen von *Leptodon* stielrund. Ich fand dagegen den dorsiventralen Charakter der Achsen bei allen 3 Moosen auch durch den elliptischen Querschnitt ausgesprochen.

b) Die Membranschrumpfung als Hauptursache der Trockenkrümmung.

Wir kommen nunmehr zu dem wichtigsten Punkte unserer Untersuchung, nämlich zu der Frage, inwieweit bei unseren Krümmungen die Kohäsion des schwindenden Zellinhaltes einerseits und die Schrumpfung der Membranen anderseits beteiligt sind. Unter-

sucht man zunächst Querschnitte von Sproßteilen, die durch Wasserverlust gekrümmt sind, unter Öl, so findet man die Einzelzellen des zentralen Gewebes sämtlich und die des Stereoms großenteils in Schrumpfelfalten gelegt. Durch diese Schrumpfelung wird auch eine charakteristische Deformation des Querschnitt-Umrisses hervorgebracht. Während der Querschnitt der saftgeschwellten Sprosse nämlich, wie gesagt, elliptisch ist, hat der des eingekrümmten Bohnenform, indem die Stereomlage der Konkavseite durch die starke Schrumpfelung des mittleren Gewebes nach innen gezogen wird, so daß ihre ursprünglich konvexe äußere Grenzlinie konkav wird.

An nicht zu dünnen Radialschnitten kann man beobachten, daß der Zeitpunkt der Schrumpfelung ungefähr mit dem der Krümmung zusammenfällt. Denn wenn man das schwächere Stereomband durch die Schrumpfelung der Zentralzellen an das stärkere heranrücken sieht, setzt auch die Einwärtskrümmung des Schnittes in der Längsrichtung ein. Dies könnte nun Anlaß zu der Vermutung geben, daß das Zentralgewebe der Sprosse durch sein Schrumpfeln komprimierend auf das Stereom wirkt und dabei das schwächere Stereomband in der Längsrichtung stärker zusammendrückt als das stärkere. Denn da die Achse der geringsten Schrumpfelung zugleich die der größten Festigkeit zu sein pflegt, so müßte das schwächere Stereomband nicht allein wegen seiner geringeren Wanddicke und Zonenbreite, sondern auch infolge seines Membrangefüges einem Längsdruck weit leichter nachgeben als sein Gegenpart.

Gegen eine solche Auffassung sprechen aber mehrere Gründe. Zunächst ist zu beachten, daß die Zellen der Sprosse sämtlich ziemlich stark in die Länge gestreckt sind und ihre Schrumpfelungsfalten daher, soweit sie zustande kommen, längsgerichtet sind. In der Tat ist an Längsschnitten eingekrümmter Stämmchen oder Äste von Schrumpfelfalten der Einzelzellen, so stark diese auch auf dem Querschnitt ins Auge fallen, kaum etwas zu bemerken. Daher kann eine erhebliche Längskontraktion durch die Schrumpfelung kaum hervorgebracht werden. Zweitens spricht aber auch der Ausfall eines früher erwähnten Versuches (vgl. S. 555) gegen eine solche Annahme. Sie würde nämlich nach sich ziehen, daß sich Gewebskomplexe, die der derbwandigeren Stereomzone beraubt sind, umgekehrt krümmen müßten wie in der Natur; die Zentralzellen müßten ja die Konkavseite einnehmen. Da im Gegenteil die Krümmung solcher Stücke dem Sinne nach der natürlichen entspricht und diese dem Grade nach noch übertrifft, so muß die

Krümmungsursache im wesentlichen in der Eigenkontraktion des Stereomes der Konkavseite gesucht werden, die einen Widerstand an dem übrigen Gewebe findet.

Allerdings ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Schrumpfelung des zentralen Gewebes dazu beiträgt, die Krümmung zu verstärken, insofern sie nämlich eine starke Annäherung der antagonistischen Stereombänder bewirkt. Um dies zu verstehen, betrachte man Fig. 3. Hierin ist 1) $AB = x \cdot \alpha$ und 2) $CD = (x - d)\alpha$; also $AB - CD = d\alpha$ oder $\alpha = \frac{AB - CD}{d}$, und somit gemäß 1): $x = \frac{d \cdot AB}{AB - CD}$. Das heißt aber: der Krümmungsradius ist um

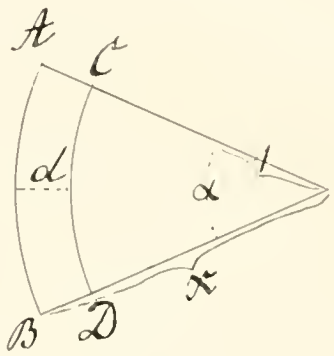


Fig. 3.

so kleiner und die Krümmung demnach um so größer, je mehr, unter sonst gleichen Umständen, die stärker schrumpfende Zone CD an die Widerstandszone AB herangerückt wird.

Wenn aber auch in solcher Weise der Kohäsionszug unterstützend eingreifen mag, so ist als Triebwerk der Krümmung doch in erster Linie ein Schrumpfungsmechanismus zu konstatieren. Es fragt sich nun noch, ob diese Schrumpfung eintritt, während die Zellräume des vorzugsweise aktiven Gewebes, also des Stereomes der Konkavseite, noch ihren flüssigen Inhalt führen. Ich habe mich hierüber an Radialschnitten zu unterrichten gesucht und zu dem Zwecke bei wasserdurchtränkten Herbarexemplaren von *Leptodon* und *Leucodon* und bei lebenden Ästen von *Orthotrichum Lyellii* den Zeitpunkt abgewartet, wenn die Krümmung beim Trocknen eben eingesetzt hatte und soeben deutlich in die Erscheinung getreten war. Es wurden nun zwischen Kork schnell Längsschnitte hergestellt und unter Öl untersucht. Hierbei stellte sich heraus, daß

das Gewebe zum weitaus größten Teil noch blasenfrei war; das zentrale Gewebe sowie durchweg das ganze Stereom der Konvexseite war nicht selten völlig klar. Dagegen waren in der Region des Stereoms der Konkavseite stets längere Züge von dunklen Blasenräumen zu erkennen. Anderseits waren aber ausgedehnte Zellgruppen auch in diesem Stereomband noch völlig klar, und dies war selbst in weiter fortgeschrittenen Stadien der Krümmung oft noch der Fall. Offenbar halten also die durch Schrumpfelung ungemein verengten Lumina nicht allein in dem übrigen Gewebe, sondern auch in diesem Teil des Stereomringes den flüssigen Inhalt noch zähe fest. Es hat also den Anschein, als ob auch bei solchen Zellen die Membranen einen beträchtlichen Teil ihres Imbibitionswassers verlieren könnten. Immerhin wäre es aber auch nicht ganz unmöglich, daß die Kontraktion beim Wasserverlust hauptsächlich auf die blasenhaltigen Zellen beschränkt bliebe. Auf alle Fälle ist aber zuzugeben, daß Zellmembranen auch in nächster Nachbarschaft flüssigkeitsgefüllter oder lebender Zellen sehr erheblich an Imbibitionswasser einbüßen und dadurch auffällige Bewegungen veranlassen können.

Interessant dürfte der Vergleich mit dem Verhalten von Zellmembranen sein, die künstlich in Kontakt mit starken wäßrigen Salzlösungen gebracht sind. Ich habe eingehender nur gesättigte Chlormagnesiumlösung geprüft und gefunden, daß sie auf viele Zellmembranen ungemein stark entwässernd wirkt. So rief sie bei voll imbibierten Fruchtschnäbeln von *Erodium gruinum*, bei Grannen von *Stipa pennata* und bei Hülsenklappen von *Ervum*, *Genista* und *Lupinus* fast ebenso starke Windungen und Torsionen hervor wie die volle Austrocknung an der Luft, und dies in weit kürzerer Zeit. Die Zähne der Kapseln von *Dianthus prolifer* spreizten sich schon binnen 15 Sekunden nach dem Eintauchen so stark wie in der freien Natur. Ließ ich die Objekte in der Lösung liegen, so ging in einigen Fällen die Membranschrumpfung allmählich zurück; so war eine *Lupinus*-Hülse nach 5 Wochen wieder ganz entrollt. In anderen Fällen blieb sie anscheinend unverändert; an einem Stück *Stipa*-Granne z. B. zählte ich nach 5 Wochen immer noch dieselbe Anzahl (12) von Torsionsumläufen und die Zähne der *Dianthus*-Kapsel spreizten sich nach 6 Wochen nicht merklich minder stark als anfangs. Daß dabei die $MgCl_2$-Lösung wirklich die Membran selbst entwässert und nicht etwa nur Schrumpfeln hervorruft, lehren Beobachtungen an Moosperistomen, die ja nur aus Membranresten bestehen. Bei diesen zarten Häutchen wirkt die besagte Lösung so schnell, daß sich die Entwässerungs-

bewegungen (beobachtet bei *Homalothecium sericeum*, *Bachythecium Rutabulum* und *Pylaisia polyantha*) im selben Moment vollziehen, wo die durchfeuchteten Peristome mit der Lösung in Berührung kommen. Sie gehen aber oft eben so schnell wieder zurück, offenbar indem an die Stelle des entzogenen Wassers die Lösung selbst tritt. Wie schon früher gesagt, unterliegen unsere Moossprosse ebenfalls rasch dem entwässernden Einfluß des $MgCl_2$. Wenn also auch HANNIG und SCHMIDT in den eingangs zitierten Arbeiten Salzlösungen zur Erforschung der Kohäsionsmechanismen mit bestem Erfolge verwendet haben, so darf man wenigstens die $MgCl_2$-Lösung nicht ganz allgemein, und bloß für sich allein genommen, als zuverlässiges Erkennungsmittel von Kohäsionsmechanismen ansehen, sondern muß die anderen Umstände mit zu Rate ziehen. Bei *Selaginella lepidophylla* gedenke ich demnächst sogar das Ausbleiben der Trockenkrümmung (unter gewissen Bedingungen) in der Chlormagnesiumlösung mit als Beleg für Kohäsionsmechanismus verwerten zu können.

Lippstadt, den 27. Dezember 1910.

Bericht

über die

am 14. Mai 1910 in Münster i. W. abgehaltene

siebenundzwanzigste Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Obwohl in Geisenheim beschlossen war, mit Rücksicht auf den internationalen Botanikerkongreß in Brüssel die diesjährige Generalversammlung schon im Mai einzuberufen, wurden im Laufe des Jahres von verschiedenen Seiten gegen den Termin, wie auch gegen Münster als Ort der Versammlung Bedenken laut, weil man eine zu geringe Beteiligung fürchtete. Der Vorstand nahm infolgedessen Veranlassung, die Ausschußmitglieder um ihre Meinung in dieser Angelegenheit zu befragen. Das Ergebnis dieser Umfrage war ein Vorstandsbeschluß, keine Änderung des Ortes und der Zeit der Generalversammlung den Mitgliedern vorzuschlagen, da sich die Mehrzahl der Ausschußmitglieder für Beibehaltung der Geisenheimer Wahl ausgesprochen hatte. Da auch die „Vereinigung für angewandte Botanik" und die „Freie Vereinigung der systematischen Botaniker und Pflanzengeographen" bei ihren vorjährigen Beschlüssen geblieben waren, war die Beteiligung an der Generalversammlung eine durchaus befriedigende, obwohl ein Teil der Mitglieder der „Vereinigung für angewandte Botanik" Münster bereits am Tage vor unserer Generalversammlung verlassen hatte. — In die Präsenzliste hatten sich folgende Mitglieder eingetragen:

APPEL-Berlin.
BEHRENS-Berlin.
BENECKE-Bonn.
BERTHOLD-Göttingen.
BITTER-Bremen.
BRICK-Hamburg.
CORRENS-Münster i. W.
DIELS-Marburg i. H.
DRUDE-Dresden.
ENGLER-Berlin.

ESSER-Cöln.
H. FISCHER-Berlin.
GIESENHAGEN-München.
v. GOEBEL-München.
KARSTEN-Halle a. S.
KOLKWITZ-Berlin.
KORNAUTH-Wien.
LEHMANN-Kiel.
MIEHE-Leipzig.
MUTH-Oppenheim.
NEGER-Tharandt.
NĚMEC-Prag.
RAATZ-Klein-Wanzleben.
RÜBEL-Zürich.
SCHORLER-Dresden.
SCHROEDER-Bonn.
SCHULZ-Halle a. S.
SHIBATA-Berlin.
SPIECKERMANN-Münster i. W.
STOPPEL-Freiburg i. B.
F. TOBLER-Münster i. W.
G. TOBLER-WOLFF-Münster i. W.
WÄCHTER-Berlin.
WEHMER-Hannover.
WIELER-Aachen.
HANS WINKLER-Tübingen.
ZACHARIAS-Hamburg.

Als Gäste nahmen an der Sitzung teil: Frau CORRENS, die Herren BECKER, PLESTER, SENDER, SCHNEIDER, STEMPELL.

Um 9 Uhr 30 Minuten eröffnete der Präsident Herr K. GOEBEL die Sitzung im Hörsaale des botanischen Instituts, begrüßte die Anwesenden und schlug vor, unserem Ehrenpräsidenten, Herrn Geheimrat SCHWENDENER, ein Begrüßungstelegramm zu schicken. Der Vorschlag wurde mit großem Beifall aufgenommen und das Telegramm am Nachmittage abgesandt. In einem Antwortschreiben an den Sekretär bittet Herr SCHWENDENER, der Gesellschaft seinen herzlichen Dank für den Gruß zu übermitteln.

Nachdem der Präsident mit einigen Worten über den Stand der Gesellschaft berichtet hatte, erteilt er dem Schatzmeister, Herrn O. APPEL, das Wort zur Rechnungsablage für das Jahr 1909. Die Einzelheiten sind aus der Anlage 1 [S. (6)] zu entnehmen; hier soll nur hervorgehoben werden, daß die Zahl der Mitglieder trotz Erhöhung der Jahresbeiträge nicht abgenommen hat, und daß der Vermögensstand ein durchaus günstiger ist. Da zum Bericht des Schatzmeisters das Wort nicht gewünscht wurde, spricht der Präsident Herrn APPEL für seine Mühewaltung den Dank der Gesellschaft aus und erteilt ihm Entlastung.

Nunmehr verliest der Präsident die Namen der seit der letzten Generalversammlung verstorbenen Mitglieder:

EMIL CHR. HANSEN-Kopenhagen, gest. am 27. Aug. 1909,
ADALBERT GEHEEB-Freiburg i. B., „ „ 13. Sept. 1909,
ANTON DOHRN-Neapel, „ „ 26. Sept. 1909,
M. FOSLIE-Trondhjem, „ „ 9. Nov. 1909,
M. MARSSON-Berlin, „ „ 13. Dez. 1909,

F. PHILIPPI-Santiago, gest. am 16. Jan. 1910,
GEORG KOHL-Leipzig, „ „ 29. Jan. 1910.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen. — Im letzten Generalversammlungsheft sind bereits Nachrufe auf E. CHR. HANSEN, A. GEHEEB und M. MARSSON erschienen; der Präsident spricht die Hoffnung aus, daß sich auch für die anderen verstorbenen Mitglieder Bearbeiter der Nekrologe finden mögen.

Hierauf teilt Herr HUGO FISCHER den Inhalt des Berichtes über die III. und IV. Sitzung des „Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht" mit, den Herr F. HÖCK als Vertreter der Gesellschaft schriftlich erstattet hatte. (Vgl. Anlage II S. (7) bis (9).) Herr HÖCK hatte ferner auf Wunsch des Vorsitzenden des „Ausschusses" eine jährliche Beihilfe zur Deckung der Unkosten von der Deutschen Bot. Gesellsch. erbeten, die ihm widerruflich in Höhe von 30 bis 40 M. bewilligt wurde.

Herr K. GOEBEL machte dann darauf aufmerksam, daß sich in den Statuten, bzw. der Geschäftsordnung einige Unklarheiten eingeschlichen hätten, schlug jedoch vor — in Anbetracht der kurzen uns zur Verfügung stehenden Zeit —, die Besprechung dieser Angelegenheit zu vertagen.

Als nächster Punkt stand auf der Tagesordnung: Wissenschaftliche Mitteilungen; es empfahl sich indessen, vorher über Ort und Zeit der nächstjährigen Generalversammlung zu beraten, da ein Teil der Anwesenden schon zeitig nach Brüssel abzureisen gedachte.

Für die Generalversammlung 1911 wurde Danzig in Vorschlag gebracht, damit alle drei botanischen Vereinigungen sich wieder gleichzeitig versammeln könnten; die beiden anderen Vereinigungen hatten bereits Danzig gewählt. Ferner war von Herrn Prof. OLTMANNS Freiburg vorgeschlagen; nach kurzer Debatte entschied man sich für Danzig und zwar zum August nächsten Jahres; Freiburg wurde vorläufig für das Jahr 1912 in Aussicht genommen.

Nunmehr erteilte der Präsident Herrn NĚMEC das Wort zu seinem Vortrage: „Über das Schicksal der syndiploiden Kerne und Zellen"[1]), und darauf Herrn HANS WINKLER zu seiner Mitteilung: „Über das Wesen der Pfropfbastarde"[2]), an die sich eine kurze Diskussion schloß, an der sich die Herren CORRENS und GOEBEL

1) Die Arbeit ist bereits in Heft 5 der „Berichte" veröffentlicht.
2) Ein Referat ist als vorläufige Mitteilung ebenfalls in Heft 5 erschienen.

beteiligten. — Dann berichtete Herr HUGO FISCHER über: „Einige neuere Erfahrungen der Bodenbakteriologie“ (s. S.(10) dieses Heftes), und zum Schluß sprach Frl. ROSE STOPPEL: „Über den Einfluß des Lichtes auf das Öffnen und Schließen einiger Blüten“[1]).

Aus den Untersuchungen der Verfasserin geht hervor, daß die nyctinastischen Bewegungen der Blüten das Resultat sehr komplizierter Vorgänge sind. Es wurden Versuche mit verschiedenen Pflanzen gemacht; dabei stellte sich *Calendula arvensis* als ein günstiges Objekt heraus, und die definitiven Versuche sind hauptsächlich mit dieser Pflanze ausgeführt. Die folgenden Ergebnisse beziehen sich daher auf *Calendula*.

Als Lichtquelle bei den Versuchen diente eine Hochspannungsbogenlampe von 900 Kerzen oder 2 Tantallampen von je 50 Kerzen.

Wurden die Pflanzen abwechselnd 12 Stunden belichtet und verdunkelt, so fielen die Bewegungen der Blüten ebenso aus, wie bei einem Wechsel von Tag und Nacht. Bei Lichtwechsel mit kürzeren Perioden — 9 : 9 Stunden oder 6 : 6 Stunden — trat eine entsprechende Beschleunigung der Bewegungen ein. Die Blüten öffneten sich nach Belichtung und schlossen sich nach Verdunkelung. Betrugen die Licht- und Dunkelperioden nur je 4 Stunden, so traten neben den aitionastischen Reaktionen noch große Schwingungen auf, die zu einem Hin- und Rückgang ungefähr 24 Stunden beanspruchten. Diese Bewegungen waren bei einem 2 : 2stündigen Lichtwechsel ausschließlich noch zu beobachten, aitionastische Reaktion nach Belichtung oder Verdunkelung kam in diesen Kurven nicht mehr zum Ausdruck. — Wurden Pflanzen mit Knospen dauernd verdunkelt, so öffneten sich letztere noch nach mehreren Tagen. Die Blumen schlossen sich dann im Dunkeln wieder, öffneten sich abermals und sofort bis zum Verblühen. Diese Bewegungen verloren mit der Zeit nicht an Ausmaß. — Die Blüten von Pflanzen, die von der Keimung an bis zum Aufbrechen der Knospen in einem ganz unregelmäßigen, niemals jedoch 12 : 12stündigen Wechsel von Licht und Dunkelheit gehalten waren, zeigten bei einem 4 : 4- oder 2 : 2stündigen Beleuchtungswechsel dieselben großen Schwingungen, wie die Blumen normal erzogener Pflanzen. Die Verfasserin sieht daher die Bewegungen in dauernder Dunkelheit nicht als Nachwirkungen früherer Tagesperioden, sondern als autonome Bewegungen an. Hierfür spricht auch, daß Blüten in dauernder Dunkelheit nach rhythmischer Beleuchtung

1) Die ausführliche Arbeit ist bereits im sechsten Heft der Zeitschrift für Botanik erschienen.

sich öffneten und schlossen in einem Tempo, das unabhängig ist von dem Tempo des vorangegangenen Lichtwechsels.

Wurden Knospen dauernd belichtet, so öffneten sie sich nur langsam und unvollkommen, und die Blumen führten nachher keine regelmäßigen Schwingungen aus. Blieben die Blüten, nachdem sie sich im Lichtwechsel geöffnet hatten, in dauerndem Licht, so öffneten sie sich ebenfalls wenig oder gar nicht wieder. Demnach begünstigt das Licht auch den Schluß der Blüte. Es sind also 2 durch das Licht ausgelöste Reaktionen zu unterscheiden. Die erste zeigt sich bald nach Belichtung in einer Öffnungsbewegung (Übergangsreaktion), die zweite dagegen etwas später in einer Schließbewegung (Folgereaktion).

Es kommt außerdem noch eine dritte Wirkung des Lichtes hinzu, nämlich die Eigenschaft, die Stimmung der Blüten zu verändern. Für die Beurteilung der Blütenbewegungen nach einem Lichtwechsel ist daher sowohl die Vorbehandlung der Pflanze als auch die Phase der autonomen Bewegung zu berücksichtigen. Bei *Bellis*, deren Bewegungen ebenfalls studiert wurden, liegen die Verhältnisse etwas anders.

Weitere Untersuchungen müssen erst zeigen, inwiefern die beiden durch das Licht ausgelösten Reaktionen bei den nyctinastischen Bewegungen der Blüten zu vergleichen sind mit den durch das Licht ausgelösten positiven und negativen tropistischen Krümmungen.

Da keine weiteren Mitteilungen vorlagen, schloß der Präsident um $12^1/_4$ Uhr die Sitzung. — Im Anschluß an den offiziellen Teil fand ein gemeinsames Mittagessen und ein Nachmittagspaziergang der noch in Münster anwesenden Teilnehmer der Versammlung statt.

Wir schließen unseren Bericht mit herzlichem Dank an die Fachgenossen in Münster für die freundliche Aufnahme, die wir bei ihnen in ihrer schönen alten Stadt gefunden haben.

K. Goebel.
Präsident.

W. Wächter,
als Schriftführer.

Anlage I.

Rechnungsablage für das Jahr 1909.

			M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 31. Dezember 1908			7 868	49		
Einnahmen:						
Mitgliederbeiträge.						
(Zu zahlen sind für 1909:						
518 Mitglieder à 20 M. . . . . =		10 360,— M.				
davon im voraus gezahlt	187,80 M.					
1909 bezahlt	10 137,20 „					
1910 bezahlt	35,— „	10 360,— „)				
Gezahlt wurden 1909:						
für 1909: a) Beiträge . .	10 137,20 M.					
b) Mehrzahlungen	29,07 „					
von zwei lebenslänglichen Mitgliedern	400,— „					
für frühere Jahre . . .	90,— „					
„ spätere Jahre . . .	239,76 „					
„ eine Umzeichnung .	5,— „	10 901,03 M.				
Zinsen aus dem Depot und Kontokorrent		516,90 „				
Gewinnanteil an Band XXVIa . . .		445,20 „	11 863	13	19 731	62
Ausgaben:						
Band XXVII der Berichte (534 Exemplare)			5 508	38		
Formulare und Drucksachen			383	45		
Honorare			1 700			
Ehrungen			288	—		
Porto:						
für Berichte		981,85 M.				
für Schriftwechsel		175,86 „	1 157	71		
Sonstiges			352	95	9 390	49
Vermögen am 31. Dezember 1909					10 341	13
Es haben betragen						
die Einnahmen aus den Beiträgen			10 501	03		
die Ausgaben			9 390	49		
so daß diese Einnahmen um . . . . . höher sind als die Ausgaben.			1 110	54		
Bei 518 zahlenden Mitgliedern entfallen auf jedes Mitglied 20,27 M. Einnahme, 18,11 M. Ausgabe.						

Voranschlag für 1910.		M.	Pf	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1910		10 341	13		
Einnahmen:					
Beiträge 520 à 20 M.	10 400,— M.				
Zinsen	520,— „				
Gewinn	472,87 „	11 392	87	21 734	—
Ausgaben:					
Berichte		7 000	—		
Formulare und Drucksachen		650	—		
Honorare		1 700	—		
Ehrungen		300	—		
Porto		1 500	—		
Sonstiges		600		11 750	—
Vermögen am 31. Dezember 1910				9 984	—

Der Schatzmeister: O. APPEL.

Revidiert und richtig befunden.

Dahlem, den 9. Mai 1910.

G. VOLKENS. M. O. REINHARDT.

Anlage II.

Bericht

über die

III. und IV. Sitzung des „deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht".

Von F. HÖCK.

Seit Einreichung meines letzten Berichtes über den „deutschen Ausschuß" (Ber. deutsch. bot. Ges. XXVII, 1909, S. (8)—(11) fanden zwei Gesamtsitzungen des Ausschusses in Berlin statt, an denen ich teilnahm, und zwar am 8. und 9. Oktober sowie am 21. und 22. März 1910. In diesen wurde vorwiegend über den Unterricht in Mathematik und Naturwissenschaften an Volks-, Mittel- und Fortbildungsschulen, an Volksschullehrerbildungsanstalten und technischen Mittelschulen beraten. Im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde auch hier wieder die Bedeutung der

Pflanzenkunde für die meisten der erwähnten Anstalten von allen Seiten anerkannt. So wurde hervorgehoben, daß Lehrer, welche an gewissen fachlichen Fortbildungsschulen unterrichten sollen, beispielsweise auch Kenntnis vom Bau und von der Bildung des Holzes oder für andere Zwecke von Gärungserscheinungen haben müßten, um ihren Schülern solche Dinge, mit denen diese täglich zu tun haben, wenn auch in volkstümlicher Weise, so doch vollkommen richtig klarzumachen. Von ganz besonderer Bedeutung ist aber ein sachkundiger botanischer Unterricht selbstverständlich an den Ausbildungsanstalten für Volksschullehrer (Präparandeen, Seminarien), damit auch an Volks- und Mittelschulen die Heimatkunde ihre rechte Pflege finde, denn zu dieser gehört auch ein Verständnis für die Lebewelt der Heimat. Insbesondere sollen daher auch an diesen Bildungsanstalten praktische Übungen und Ausflüge eingeführt werden, damit Sachkenntnis an Stelle von Buchwissen treten kann. Dies muß besonders auch bedacht werden bei der Weiterbildung des Volksschullehrers zum Mittelschullehrer, die daher nicht dem Lehrer allein überlassen bleiben darf, sondern durch staatlich geordnete Fortbildungskurse gefördert werden muß.

Aber auch für die Ausbildung der gewöhnlichen Dorfschullehrer ist eine gute Ausrüstung mit Kenntnissen besonders der heimischen Flora von Bedeutung, weil viele von ihnen oft in weiter Umgebung die einzigen Menschen sind, welche Verständnis für das Fach haben, nicht nur die Kinder, sondern auch Erwachsene auf zu schonende Naturdenkmäler hinweisen können, ja selbst wissenschaftliche Fragen (Floristik, Phänologie, Plankton u. a.) zu fördern vermögen. Deshalb ist es dringend erwünscht, daß die Naturwissenschaften nicht auch an den Lehrerbildungsanstalten, wie leider zu sehr immer noch an den höheren Schulen durch sprachliche oder andere Fächer in den Hintergrund gedrängt werden[1]).

Die Frage des naturkundlichen Unterrichts an höheren Schulen wurde in der letzten Sitzung deshalb noch einmal erörtert, weil durch Verfügung des Kgl. preuß. Ministeriums verordnet ist, daß dieser Unterricht in den unteren Klassen Mittelschullehrern übertragen werden könne. Der Ausschuß erklärte einstimmig, daß er sich mit dieser Verfügung nur dann einverstanden erklären könne, wenn diesen Mittelschullehrern in unseren Fächern eine aus-

1) Die Ergebnisse der vorjährigen Oktober-Sitzung, dagegen noch nicht die der diesjährigen März-Sitzung sind schon verarbeitet in dem „Bericht über die Tätigkeit des deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht im Jahre 1909". Erstattet von dem Vorsitzenden A. GUTZMER in Halle a. S. (Leipzig [F. C. W. VOGEL] 1910, 10 S. 8°).

reichende wissenschaftliche Durchbildung zuteil geworden ist. Wenn dies dagegen der Fall wäre, könnten solche Mittelschullehrer allerdings bessere Erfolge erzielen als etwa akademisch gebildete Lehrer anderer Fächer, z. B. der Mathematik, die ohne eigentliches Interesse für das Fach den Unterricht erteilen müßten[1]).

---

1) Vgl. hierzu meinen Aufsatz: „Stellung des „deutschen Ausschusses" zur neuesten preußischen Verfügung über die Verwendung von Mittelschullehrern an höheren Lehranstalten" (Blätter für höheres Schulwesen XXVII, 1910, Nr. 25). Hier sei ergänzend darauf hingewiesen, daß auch Botaniker von Rufe zunächst seminarische Bildung erhielten; so sei in diesen Berichten aus dem laufenden Jahrhundert nur auf die Nekrologe von M. STAUB (1904), O. WÜNSCHE (1905) und W. ZOPF (1909) verwiesen.

Mitteilungen.

I. Hugo Fischer: Einige neuere Erfahrungen der Bodenbakteriologie.

Alle Veränderungen, die irgend durch Mikroorganismen im Erdboden hervorgerufen werden, stehen in enger Beziehung zur Ernährung der höheren Pflanzen. Doch ist diese Beziehung am allerengsten zwischen den Leguminosen und ihren Knöllchenerregern; darum mögen diese die Reihe unserer Betrachtungen eröffnen.

Es darf jetzt als nachgewiesen gelten, daß die Knöllchenbakterien, ähnlich etwa den Rostpilzen und anderen Parasiten, in eine größere Reihe spezialisierter Formen zerfallen, die wir wiederum in mindestens zwei gesonderte Verwandtschaftskreise teilen können: die von *Lupinus*, *Ornithopus* usw. auf der einen, alle andern auf der andern Seite. Meist hat jedes Genus seine Baktorienform, doch sind z. B. die von *Pisum* und *Vicia* wohl identisch, während innerhalb der Gattung *Lupinus* noch deutliche Unterschiede bestehen (16).

Als wichtige neuere Tatsache ist hervorzuheben, daß die Knöllchenerreger besser, als man früher geglaubt hat, Austrocknung vertragen, und zwar dann, wenn sie mit humoser Erde oder mit einer Abkochung solcher getrocknet werden (21). Eine Entdeckung, die namentlich für die Technik der künstlichen Bodenimpfung wertvoll sein dürfte. Noch sind die Meinungen geteilt, ob Impfung mit Reinkultur oder mit Boden, auf welchem Leguminosen gewachsen sind, bessere Resultate geben — das hängt wohl von sonstigen Bedingungen ab, die wir z. Z. noch nicht ganz übersehen. Die Impfung mit Erde krankt noch an dem Übelstand, daß dabei sehr große Erdmengen zu transportieren sind.

Nach neueren Beobachtungen (1) scheint es nun, als ob ein

ähnliches, aber äußerliches, symbiotisches Verhältnis auch zwischen anderen, nicht zu den Leguminosen gehörenden Pflanzen und bestimmten, Luftstickstoff assimilierenden Bakterienspezies bestände. Auf solche Symbiose deuten schon ältere Versuche, wonach wiederholter Anbau der gleichen Pflanzenart, namentlich Roggen, auf demselben Boden, ohne Stickstoffdüngung und ohne Leguminosenzwischenbau eher steigende als fallende Erträge zur Folge hatten. Eine Symbiose von *Azotobacter* mit Pflanzenwurzeln hat KEDING (9) an Strandpflanzen nachgewiesen. Für den landwirtschaftlichen Pflanzenbau werden schon Kulturen bestimmter Bakterien, zunächst von England her in den Handel gebracht; über deren Wert sind die Ansichten geteilt, doch muß man sagen: unmöglich ist die Sache nicht. Dahin führt uns auch eine theoretische Erwägung: Stickstoffgewinne im Boden sind mindestens recht wahrscheinlich, und zwar in einer Höhe, für welche die uns bekannten Faktoren nicht ausreichen. Die Zufuhr von Ammoniumnitrit aus elektrischen Entladungen ist gering; *Azotobacter*, der ergiebigste unter den Stickstoffsammlern, arbeitet immer noch recht verschwenderisch, denn auf 1 g verbrauchten Kohlenhydrates kommen im Höchstfalle 20 mg Stickstoff, im natürlichen Boden ist er aber bei weitem nicht der einzige Konsument, so daß nach den im Laboratorium gesammelten Erfahrungen ganz abnorm hohe Mengen organischer Substanz dazu gehören würden, um eine nennenswerte Stickstoffanreicherung zu ermöglichen. Nun findet ja im Boden selbst ein Kreislauf des Kohlenstoffes statt, indem die Nitrobakterien und die von KASERER (8) entdeckten Wasserstoffbakterien Kohlensäure assimilieren (vgl. 12), aber die Mengen, die hier in Umlauf gesetzt werden, sind doch wohl zu gering. Eine ständige Nahrungszufuhr aus den Pflanzenwurzeln würde eine weit ergiebigere Energiequelle für die Stickstoffsammler abgeben. Vielleicht hat der wesentlich in Rücksicht auf den Leguminosenanbau und die Ausnutzung der Mineralstoffe in der Landwirtschaft übliche Fruchtwechsel gerade die natürliche Anhäufung solcher nützlichen Bakterien verhindert. Freilich kann bekanntermaßen der fortgesetzte Anbau der gleichen Art auch die Anhäufung von Schädlingen begünstigen.

Es ist unter natürlichen Verhältnissen ja sehr schwierig, die Wirksamkeit solcher immerhin möglicher symbiotischer Stickstoffsammler zu kontrollieren; ihrer Tätigkeit können andere Faktoren, wie Denitrifikation oder Auswaschung der Nitrate, die im Boden nicht wie andere Salze festgehalten werden, entgegenwirken, so daß

die Stickstoffbilanz keinen Gewinn verzeichnet. Die Zukunft muß lehren, ob es wirklich möglich ist, durch Impfung mit nützlichen Mikroben bei Nichtleguminosen wirkliche Stickstoffgewinne zu erzielen — wie man z. B. in der Weingärung, ohne jede eigentliche Sterilisation, die schädlichen Mitbewerber zurückdrängen kann, indem man die nützlichen Gärungserreger in reichlicher Menge hinzufügt.

Weit mehr als die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bevölkern die wildwachsenden jahraus jahrein den gleichen Standort; es wäre recht wohl möglich, daß sich hier so manches symbiotische Verhältnis herausgebildet hat, das noch der Entdeckung harrt. Auch die Lehre von der natürlichen Pflanzenverbreitung wird vielleicht noch einmal mit der Bodenbakteriologie in Zusammenhang gebracht werden. — Ich verweise auf die gewiß nicht geringe Bedeutung der Mykorrhiza.

Daß geeignete Zufuhr leicht löslicher Kohlenhydrate entsprechende Stickstoffbindung im Boden bewirkt, hat A. KOCH (10, 11) in einer Reihe von Versuchen nachgewiesen; auch daß der so gewonnene Stickstoff zum größten Teil ziemlich rasch dem Pflanzenwuchs zugute kommen kann. In normalen Böden wird aber auch stets Nitrifikation stattfinden, und können demzufolge Stickstoffverluste durch Denitrifikation eintreten. Welcher Vorgang nun, Stickstoffzu- oder -abnahme, die Oberhand gewinnt, hängt mit von Außenbedingungen, wie Temperatur und Feuchtigkeit, ab. — Als natürliche Kohlenstoffquelle können übrigens sehr wohl auch bodenbewohnende Algen in Frage kommen, deren Zusammenleben mit *Azotobacter* ich seinerzeit beobachtet habe (5). Das Zusammenwirken von Zellulose lösenden mit Stickstoff assimilierenden Bakterien hat in neuerer Zeit H. PRINGSHEIM (19) studiert.

Vorhin wurde von der günstigen Beeinflussung der Knöllchenerreger durch Humussubstanzen gesprochen. Eine solche ist nun schon für eine Reihe von bakteriellen Vorgängen bekannt geworden. MÜNTZ und LAINE (17) fanden die Nitrifikation in stark humosem Boden weit intensiver und rascher verlaufend als in sonst normalen, aber humusärmeren Böden. Dabei machten sie noch eine recht interessante Beobachtung: wenn sie zwei Böden, humusreich und humusarm, sterilisierten, dann über Kreuz mit einer geringen Menge beimpften und Ammoniumsulfat hinzugaben, so wirkten die Bakterien des besseren Bodens in dem schlechteren mehrmals intensiver, als die des schlechteren in dem besseren

Boden; es beruht das wohl auf der äußerst langsamen Vermehrung der Nitrobakterien, die sehr große Mengen von Ammoniakverbindungen oxydieren müssen, um neue Leibessubstanz aufzubauen; die sehr geringe Nitrifikation im letzteren Falle scheint zu beweisen, daß sie die Humuskörper nicht als Nahrung aufzunehmen vermögen.

Das Studium der Nitrobakterien hat uns wiederholt gelehrt, wie bedenklich es ist, die an Wasserkulturen gesammelten Erfahrungen ohne weiteres auf die Verhältnisse im Erdboden zu übertragen. Nach WINOGRADSKYs verdienstvollen Arbeiten galten die Nitrobakterien für äußerst empfindlich gegen organische Substanzen, desgleichen für Ammoniakverbindungen von höherer Konzentration als etwa 0,2 pCt.; auch sollte die Nitratbildung aus Nitrit erst möglich sein, wenn alles Ammoniaksalz zu Nitrit oxydiert wäre. Alles das gilt aber nur für Wasserkulturen, nicht für den normalen Erdboden. In letzterem (vgl. 3) werden die Nitrobakterien durch Zugabe von Zucker eher gefördert als geschädigt, sie nitrifizieren anstandslos $7^1/_2$proz. Lösungen von Ammonsulfat, desgleichen ertragen sie zum mindesten gewisse Mengen stickstoffreicher organischer Substanz, deren Beigabe zu Wasser-Rohkulturen infolge von Überwucherung durch Fäulniserreger die Vernichtung der Nitrobakterien zur Folge hat.

Sogar im Stallmist kann, soweit die Luft Zutritt hat, eine kräftige Nitrifikation einsetzen, und zwar vermutlich durch dieselben Arten, die wir aus dem Ackerboden kennen (18). Das erklärt denn die immer wieder gefundenen Stickstoffverluste in diesem Substrat. Man schob dieselben früher, wegen der Wirkung auf das Geruchsorgan, auf Ammoniak-Ausdunstung. Doch ist der wirkliche Gehalt einer scharf ammoniakalisch riechenden Luft so minimal, daß dieser Faktor kaum in Frage kommt. Dadurch aber, daß nahe der Oberfläche Nitrate entstehen, die, in tiefere Schichten gelangt, der Denitrifikation unterliegen, können wohl recht beträchtliche Verluste entstehen.

Wir sahen, daß die Humuskörper den Nitrobakterien vermutlich nicht als Nahrung dienen können. Das gleiche gilt nach KRZEMIENIEWSKI (13) auch von *Azotobacter Chroococcum*, der durch Humus zu lebhafterem Wachstum und ausgiebigerer Stickstoffassimilation angeregt wird. Der Entdecker dieses interessanten Organismus, BEIJERINCK, hatte stets beobachtet, daß er in Reinkulturen weit geringere Stickstoffzunahme erhielt als in den mit Boden angesetzten Rohkulturen, und schloß auf eine Symbiose mit

anderen Bakterien; diese Vermutung hat sich aber nicht bestätigt, vielmehr waren es wohl die mit den Bodenproben eingeführten Humusverbindungen, die jene Wirkung herbeiführten.

Förderung durch Humusstoffe hat dann auch CHRISTENSEN (2) für die ammoniakalische Gärung des Harnstoffes festgestellt, und zwar sollen hier dieselben als Nährstoff ausgenützt werden, und — im Gegensatz zu *Azotobacter* — auch künstliche Humuskörper dieselbe Wirkung haben wie natürlicher Humus. Wie nun auch für die Vermehrung und die alkoholische Gärung der Hefen (4) eine Beschleunigung durch Humusstoffe nachgewiesen worden ist, so habe ich selbst bezüglich des Vorganges der Eiweißfäulnis Beobachtungen gemacht (6), die auch hier auf eine ganz ähnliche Wirkung der Humusstoffe hinweisen: die in gleicher Zeit aus Blutmehl gebildeten Ammoniakmengen waren in der humusreicheren Lösung beträchtlich größer als in der humusärmeren. Ich komme auf diesen Punkt noch zurück und möchte hier nur noch bemerken, daß die Art, wie die — ihrer Natur nach noch sehr wenig bekannten, jedenfalls äußerst vielartigen — Humuskörper jene Wirkung auf das Bakterienleben ausüben, noch durchaus dunkel ist; mit dem Worte „Reiz" wäre hier natürlich gar nichts gesagt; vielleicht, daß sie als Sauerstoffüberträger wirken.

Fast ein Jahrzehnt lang hat in der Bodenbakteriologie eine Arbeitsmethode gegolten, die von REMY (20) eingeführt war. Sie besteht darin, in Nährlösungen oder Aufschwemmungen von gleicher Menge und bekannter Zusammensetzung gleiche Bodenmengen, meist 10 g auf 100 g Flüssigkeit, einzutragen, und die Umsetzung einer beigegebenen stickstoffhaltigen Substanz nach bestimmter Zeit analytisch festzustellen; so die Ammoniakbildung aus Pepton, Knochenmehl, Hornmehl o. dgl., aus Kalkstickstoff, Harnstoff usw., die Nitrifikation aus schwefelsaurem Ammoniak, die Salpeterzerstörung im Beisein löslichen Kohlenhydrates, schließlich auch die Stickstoffanreicherung in stickstoffarmer Lösung.

Dem ganzen Verfahren lagen zwei ganz richtige Gedanken zugrunde: einmal der, an Stelle der Keimzählungen, die keinen deutlichen Zusammenhang mit der Bodenqualität erkennen lassen, die jeweilige Wirkungsintensität der Bodenmikroben zu vergleichen; zweitens der, die genannten Vorgänge, die im Boden natürlich durcheinandergehen, isoliert zu verfolgen. Tatsächlich geben nun auch verschiedene Böden charakteristische Unterschiede; aber eine wirkliche, zu weiteren Schlüssen berechtigende Übereinstimmung wurde nicht erzielt, auch nicht, nachdem LÖHNIS (15) die Ver-

besserung eingeführt hatte, an Stelle von Wasser zum Ansetzen der Nährlösungen einen im Autoklaven hergestellten Auszug des zu untersuchenden Bodens zu verwenden.

Schon lange hatte ich den Verdacht gehabt, daß in den REMYschen Lösungen weit mehr der chemische Charakter der eingeimpften Böden als die spezifische Bakterientätigkeit zur Geltung komme. Eine größere, unter meiner Mitwirkung durchgeführte Untersuchungsreihe (14) mit sechs sehr verschiedenen Böden, darunter z. B. rohes Hochmoor, hatte gezeigt, daß die zweifellos recht verschiedenen Bakterienfloren dieser Böden sehr ähnliche Wirkungen hervorbrachten, wenn sie unter gleiche Bedingungen gebracht wurden. Meine kritische Stimmung verstärkte sich angesichts der mit Bodenauszügen erhaltenen Resultate. Anfangs glaubte ich, daß die Reaktion der Bodenextrakte den Ausschlag gebe, überzeugte mich aber, daß zwei durchaus neutral reagierende Auszüge doch ganz verschiedene Wirkung haben können, nb. bei gleicher Beimpfung (6). Zu einem Versuch benutzte ich zwei sehr verschiedene Böden, deren Auszüge ich teils mit dem gleichen Boden, teils übers Kreuz mit dem anderen beimpfte; Objekt der Prüfung war die Ammoniakbildung aus Blutmehl. Das Ergebnis war, daß die beiderlei Auszüge bei gleicher Impfung einen beträchtlichen Unterschied aufwiesen, die beiderlei Impfungen im gleichen Auszug gar keinen! Genau damit übereinstimmend war das Resultat, als ich von zweien Böden — ein nur mäßig kalkhaltiger Boden, zur Hälfte unverändert gelassen, zur Hälfte mit 0,1 proz. Ätzkalk versetzt — je 20 g mit Wasser und Blutmehl sterilisierte und dann alle Kolben gleichmäßig mit derselben Aufschwemmung von Bodenbakterien beimpfte: der gekalkte Boden zeigte eine beträchtlich höhere „Fäulniskraft“ als der ungekalkte. Dieser Befund, daß Kalkgehalt des Bodens die bakterielle Aktivität erhöht, stimmt gut mit früheren Beobachtungen (vgl. u.).

Aber es ist nicht der Kalkgehalt allein. Noch von der Voraussetzung ausgehend, daß auch in den Bodenauszügen nach LÖHNIS geringe Abweichungen in der Reaktion eine wichtige Rolle spielen könnten, stellte ich folgenden Versuch an: Es wurden vom gleichen Boden zwei Auszüge bereitet, nach Vorschrift bei 1 Atmosphäre Überdruck, der eine mit destilliertem Wasser, der andere mit einer 0,1 proz. Lösung von krystallisierter Soda. Ich hatte erwartet, im letzteren Fall einen alkalischen Auszug zu erhalten, doch erwiesen sich beide als völlig neutral; der zweite zeichnete sich aber durch weit dunklere Färbung aus, die durch nichts anderes

als durch einen größeren Gehalt an gelösten Humuskörpern verursacht sein konnte. Benutzte ich nun diese beiden Auszüge, den helleren und den dunkleren, zum Fäulnisversuch, bei ganz gleichmäßiger Beimpfung, so verhielten sich die nach 12 Tagen gebildeten Ammoniakmengen wie 7 : 10, also ein bedeutendes Plus auf seiten des humusreicheren Auszuges.

Einschaltend will ich bemerken, daß dieses mit 0,1 proz. Sodalösung bereitete Bodendekokt mir einen ganz vorzüglichen Nährboden für Keimzählungen lieferte. Schon vor mir hatte STÖRMER wässerige Bodenabkochung, nur mit Kaliphosphat und Agar versetzt, für solche Zwecke empfohlen. Die Abkochung mit 0,1 proz. Soda ergab nun bei mit verschiedenen Böden ausgeführten Zählungen noch günstigere Resultate, d. h. höhere Keimzahlen, als der Agar nach STÖRMER, der sich schon dem früher von mir benutzten Nährboden sehr überlegen gezeigt hatte.

Mittels meines neuen Nährbodens konnte ich nun ganz ungeheuerliche Keimzahlen feststellen, und zwar in einem Boden, der mit Calcium- und Magnesiumkarbonat versetzt war: während die Keimzahl im ursprünglichen Boden von etwa 15 bis 40 Millionen schwankte, stieg sie im gekalkten Boden bis auf 2000 Millionen, und das eben nur nach Kalk- und Magnesiadüngung, ohne Zufuhr organischer Substanz, an welcher der Boden nicht sonderlich reich war.

Diese an sich nicht neue Feststellung führt uns zu einer der interessantesten Fragen der ganzen Bodenphysiologie: Kalk ist ein altbekanntes Mittel, die Erträge zu steigern; er tut dies größtenteils auf Kosten des im Boden ruhenden Nährstoffkapitals, das bekanntermaßen sich mit der Zeit erschöpfen muß, wenn nicht durch Düngung nachgeholfen wird. Nun ist sicher, daß Kalk wegen seiner basischen Eigenschaften wichtige Pflanzennährstoffe, wie Phosphate und Eisensalze, unlöslich niederschlägt. Wenn er nun trotzdem ertragsteigernd wirkt, so liegt der Gedanke nahe, daß der enorme Aufschwung der Bakterienvermehrung (vgl. 7) dasjenige Moment ist, das den scheinbaren Widerspruch erklärt: durch die erhöhte Lebenstätigkeit der Bakterien werden die Stoffe des Bodens mobilisiert, und können nun auch dem Pflanzenwuchs zugute kommen.

Kehren wir nach diesem Exkurs noch einmal zur Methode der Wasserkulturen nach REMY-LÖHNIS zurück, so ist nach dem Gesagten kaum noch ein Zweifel möglich, daß Boden und Bodenauszug mit ihren chemischen Qualitäten die in dem Verfahren wirk-

samen Momente sind, gegen welche die Bakterienimpfung ganz zurücktritt. Das gilt allerdings nicht von den sehr langsam wachsenden Nitrobakterien, deren Tätigkeit in geeigneten Nährlösungen direkt abhängig zu sein scheint von der Menge, in welcher sie im Impfboden vorhanden waren. Diese relative Zahl der nitrifizierenden Keime ist nun aber augenscheinlich wiederum abhängig von den zwei Faktoren, die auch die anderen bakteriellen Funktionen so stark beeinflussen; vom Kalkgehalt und vom Humusgehalt des Bodens. Bezüglich des Humus haben das MÜNTZ und LAINE (a. a. O.) bewiesen; daß Kalk bzw. Magnesia im Substrat vorhanden sein muß, hat schon WINOGRADSKY gezeigt. Da die Nitrifikation jedes Moleküls Ammonsulfat drei Moleküle freier Säuren erzeugt, so müßte der Vorgang sofort zum Stillstand kommen, da jene Mikroben äußerst säureempfindlich sind. Vielleicht haben wir in der Neutralisation dieser Säuren ihre eigentliche Quelle vitaler Energie zu suchen[1]), denn die Oxydation des Ammoniaks zu Nitrit ist ein endothermaler, die des Nitrits zu Nitrat ein nur schwach exothermaler Prozeß.

Einen wirklichen Anhalt für Beurteilung des bestehenden bakteriellen Bodenzustandes bekommen wir also nach der Methode REMY-LÖHNIS nur für die Nitrobakterien, und zum Teil vielleicht auch für die Stickstoffsammler, sicherlich nicht für die ammonisierenden und für die denitrifizierenden Bakterien. Dagegen können wir aus geringer bakterieller Aktivität mit bedeutender Sicherheit darauf schließen, daß es dem betreffenden Boden entweder an Kalk, oder an Humus, oder vielleicht an noch etwas anderem, unbekanntem mangelt. Und das ist wohl der Hauptfehler des an sich ja gut ausgedachten Verfahrens, daß es uns bezüglich der bakteriologischen Probleme so gut wie gar nichts lehrt, praktisch aber auch nutzlos ist, weil man ja, im Falle geringer bakterieller Aktivität, nun erst den Boden daraufhin untersuchen muß, was ihm eigentlich fehlt; denn die Methode lehrt nur, daß ihm „etwas“ fehlt. Es wird also durch das bakteriologische Verfahren weit weniger erreicht, als durch die rein chemische Bodenanalyse, die uns über etwaigen Mangel an Kalk oder Humus weit rascher und sicherer unterrichtet.

---

1) Die erste Stufe des Nitrifikationsprozesses, die Nitritbildung würde, unter Heranziehung des zur Neutralisation der freien Säuren nötigen Calcium- (Magnesium-) carbonates in eine Formel gebracht, sich also darstellen:

$$(NH_4)_2SO_4 + 2\,CaCO_3 + 3\,O_2 = Ca(NO_2)_2 + CaSO_4 + 4\,H_2O + 2\,CO_2.$$

Dazu kommt, daß die Ergebnisse, namentlich diejenigen, die man mittels des Nitrifikations- und des Stickstoffassimilations-Versuches erhält, nicht nur mit den Jahreszeiten, sondern auch von Jahr zu Jahr wechseln können, so daß irgendein brauchbarer Anhalt für Beschaffenheit oder Düngebedürfnis des Bodens, wie man das anfangs glaubte, auf diesem Wege nicht zu erzielen ist.

Schließlich ist also alles, was bei der vielen, auf solche Untersuchungen angewandten Zeit und Mühe herausgekommen ist, das, daß Vorkommen und Häufigkeit der nitrifizierenden und der Luftstickstoff assimilierenden Bakterien[1]) vom Wechsel der Jahreszeiten, aber auch von der Witterung, von der Bodenbearbeitung und andern begleitenden Umständen abhängig ist. Bezüglich der übrigen bakteriellen Vorgänge, der Ammonisation, der Denitrifikation, der überaus wichtigen, aber schwierig zu verfolgenden Stickstoffestlegung erfährt man aus der Methode so gut wie gar nichts Bestimmtes, die Art, wie sie sich im Boden selbst abspielen, ist sicherlich grundverschieden von dem Verhalten in der Wasserkultur, wo so ganz andere physikalische Verhältnisse herrschen, wo namentlich der Luftzutritt so ganz anders ist als im normalfeuchten Boden, und wo geringe Unterschiede der Höhe der Flüssigkeitsschicht schon das Bakterienleben ganz beträchtlich beeinflussen können.

Warum nun gerade die Nitrifikation und die Stickstoffsammlung in den Wasserkulturen etwas richtiger zum Ausdruck kommen als die Fäulnis- usw. Vorgänge, liegt auf der Hand. Nitrobakterien und Stickstoffsammler sind wenige einzelne Spezies, und solche von relativ langsamer Vermehrung, die in den betreffenden Kolben in Anhäufungskultur erhalten werden; die Artenzahl der Fäulnisbakterien ist groß, und wenn auch in dem bunten Durcheinander meist bestimmte Arten die Oberhand gewinnen, so lehrt doch alle bakteriologische Erfahrung, daß selbst nach Impfung mit einem keimfreien Boden, in den nur zufällig eine einzige Spore hineingelangt ist, binnen wenigen Tagen die intensivste Fäulnis eintritt.

Das Endergebnis aller nach der Methode REMY gemachter Arbeiten ist also ein herzlich unbedeutendes, und das ist zu bedauern, da die Bodenbakteriologie einen harten Kampf um Anerkennung zu kämpfen hat. Es werden von ihr praktische Resul-

1) Von *Azotobacter* war es mir auch so, durch Erfahrungen beim Anhäufungsverfahren nach BEIJERINCK, bekannt geworden.

tate erwartet, die aber doch nur gelegentlich hier und da gewonnen werden können —, vielleicht ist dergleichen von der oben berührten mutmaßlichen Symbiose stickstoffsammelnder Mikroben mit Pflanzenwurzeln zu erhoffen — um aber mit Vorbedacht auf weitere praktische Ziele hinzustreben, dazu fehlt uns noch zu viel grundlegende Kenntnis von den bakteriellen Vorgängen im Boden, speziell die genauere, auch physiologische Durchforschung der einzelnen wichtigen Arten. Ein kleiner Teil davon ist ja gemacht, aber die großen Lücken auszufüllen, wird noch jahrelanger Arbeit bedürfen, und es ist z. Z. noch nicht abzusehen, wann diese Arbeiten werden in Angriff genommen werden können.

Literatur.

1. W. B. Bottomley, Some effects of nitrogen fixing Bacteria . . . Proc. roy. soc. Bot. **81**, 1909, 287.
2. H. Christensen, Über Ureumspaltung, Centralbl. f. Bakt., II, **24**, 1909, 130.
3. L. C. Coleman, Unters. über Nitrifikation, Centralbl. f. Bakt., II, **20**, 1908, 401.
4. A. Dzierzbicki, Einige Beobachtungen über den Einfluß der Humusstoffe auf die Entwicklung der Hefe und die Alkoholgärung, Bull. internat. Ac. sc. Cracovie, **4**, 1909, 651.
5. H. Fischer, Über Symbiose von *Azotobacter* mit Oscillarien. Centralbl. f. Bakt., II, **12**, 1904, 267.
6. H. Fischer, Über die physiologische Wirkung von Bodenauszügen, Centralbl. f. Bakt., II, **24**, 1909, 62.
7. H. Fischer, Über den Einfluß des Kalkes auf die Bakterien eines Bodens, Landw. Versuchs-Stat., **70**, 1909, 335.
8. H. Kaserer, Die Oxydation des Wasserstoffes durch Mikroorganismen, Centralbl. f. Bakt., II, **16**, 1906, 681.
9. M. Keding, Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien, Wissensch. Meeresunters., Kiel, **9**, 1906, 275.
10. A. Koch, Litzendorf, Krull, Alves, Die Stickstoffanreicherung des Bodens durch freilebende Bakterien u ihre Bedeutg. f. d. Pflanzenernährg., Journ. f. Landw., **55**, 1907, 355.
11. A. Koch, Weitere Untersuchung über die Stickstoffanreicherung des Bodens . . . ibid. **57**, 1909, 269.
12. A. Krainsky, Über die Stickstoffanreicherung des Bodens, Centralbl. f. Bakt. II, **26**, 1910, 231.
13. S. Krzemieniewski, Unt. üb. *Azotobacter chroococcum*. Extrait bull. Acad. d. sciences Cracovie 1908, 929, Centralbl. f. Bakt., II, **23**, 1909, 16.

14. O. LEMMERMANN, H. FISCHER, H. KAPPEN, E. BLANCK: Bakteriologisch-chemische Untersuchungen, Landw. Jahrbücher, 38, 1909, 319.
15. F. LÖHNIS, Ein Beitrag z. Methodik der bakteriolog. Bodenuntersuchung, Centralbl. f. Bakt. II, 12, 1904, 262, 448.
16. MAASSEN und BEHN. Über die Bakterien in den Knöllchen der verschiedenen Leguminosenarten. Mittlgn. Biol. Anst. f. Land- u. Forstw. 4. Heft, 1907, 42.
17. A. MÜNTZ und E. LAINÉ, Rôle d. l. matière organique dans la nitrification, C. R. Ac. Paris, 142, 1906, 430.
18. B. NIKLEWSKI, Über die Bedingungen der Nitrifikation im Stallmist, Centralbl. f. Bakt. II, 26, 1910, S. 388.
19. H. PRINGSHEIM, Weiteres über die Verwendung von Zellulose als Energiequelle . . . Centralbl. f. Bakt. II., 26, 1910, 222.
20. TH. REMY, Bodenbakteriologische Studien, Centralbl. f. Bakt., 8, 1902, 657.
21. J. SIMON, Die Widerstandsfähigkeit der Wurzelbakterien der Leguminosen . . . Jb. angew. Bot., Jg. 1907 (1908), 132.

Nachrufe.

Melchior Treub.

Von

K. GOEBEL.

Es ist nicht leicht, ein Lebensbild TREUBs zu entwerfen. Bei den meisten Botanikern spielt sich das Leben ja in einfacher, stiller Weise ab — die Biographie besagt dann: er wurde geboren, schrieb die und die Arbeiten und starb. — Auf TREUB läßt sich dies Schema nicht anwenden. Man möchte sagen, sein Leben war eben so viel reicher und deshalb schwieriger in seiner ganzen Bedeutung zu erfassen als ein Tropenwald reicher und unfaßbarer ist als ein mitteleuropäischer. Es kann sich hier also nur um eine kurze Darstellung dessen handeln, was an TREUBs Leben einem dankbaren Freunde als das Wesentliche erscheint.

Geboren am 26. Dezember 1851 zu Voorschoten bei Leiden, zeigte TREUB schon früh eine Vorliebe für Naturwissenschaften. Er widmete sich deren Studium in Leiden, wo damals SURINGAR die Botanik vertrat, auf dessen Anregung aber wohl nur sehr wenige von TREUBs Arbeiten zurückzuführen sind. Seine Dissertation[1]) betraf eine damals brennende Frage: die Natur der Flechten, um welche ein heftiger Kampf sich entsponnen hatte. TREUB gelang es auf Grund von Kulturen die SCHWENDENERsche Theorie zu bestätigen und zu zeigen, daß aus Hyphen keine „Gonidien" entstehen können (wie damals noch teilweise behauptet wurde). Schon diese erste Arbeit läßt die charakteristischen Eigenschaften seiner späteren erkennen: ein großes präparatives Geschick, eine, man möchte sagen „elegante" Schärfe der Beobachtung und eine ungemein klare Dar-

1) Onderzoekingen over de Natuur der Lichenen. Leiden 1873.

stellung. Und noch etwas anderes teilte sie mit den späteren: den äußeren Erfolg. Sie wurde mit einer Goldmedaille gekrönt[1]), und der Verfasser trat als Assistent bei SURINGAR ein. Die Arbeiten, welche er bis zu seiner Übersiedelung nach Java veröffentlichte, zeigen, wie weit der Interessenkreis und wie gediegen die Kenntnisse des jungen Forschers waren. Es kam ihm dabei die gründliche Schulung zustatten, die in Holland üblich ist.

Auf SURINGARs (der teratologische Studien liebte) Einfluß ist wohl die kleine Arbeit über *Hieracium umbellatum* zurückzuführen[2]). Sie brachte die interessante Beobachtung, daß in durch Gallenbildung veränderten Blütenköpfen statt des Pappus ein 5blätteriger Kelch oder gespaltene Kelchstrahlen auftreten können, weshalb TR. den Pappus als aus Spaltung von Kelchstrahlen entstanden ansieht.

Auf dem Gebiete der chemischen Physiologie, dem er in Java erst später wieder nahetrat, bewegt sich eine Arbeit über die Zusammensetzung des Chlorophylls[3]), speziell über die Frage nach dem Vorhandensein von grünen und gelben Farbstoffen. TREUB verteidigte darin G. KRAUS gegen die Angriffe von CONRAD.

Am wertvollsten aber sind seine in rascher Folge sich aneinanderreihenden Arbeiten auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte und der Zellenlehre. In ersterer Hinsicht waren es die Pteridophyten, welche ihn früh schon beschäftigten. Seine Arbeit über die Vegetationsorgane von *Selaginella Martensii*[4]) kann als Vorläuferin seiner berühmt gewordenen Lycopodiaceen-Arbeiten gelten. Sie brachte eingehende Mitteilungen über Scheitelwachstum, Verzweigung, Histogenie, Wurzelträger, Wurzeln und Blätter. Diese Untersuchungen und die über die Wurzelmeristeme[5]) haben freilich zunächst nur die Bedeutung vortrefflicher Einzelarbeiten mit schon gegebener Fragestellung. Aber sie mußten seinen Blick schärfen — das neuerdings fast ganz abgekommene exakte Zeichnen von Zellnetzen ist ein vortreffliches Erziehungsmittel für genaue Beobachtung. Daß seine

1) Vgl. J. P. LOTSY: MELCHIOR TREUB. Een korte levensschets. In: „Eigen Haard" 1903, p. 253.

2) Notice sur l'aigrette des Composés à propos d'une monstruosité de l'*Hieracium umbellatum* Arch. néerl. VIII, 1873.

3) Jets over het Chlorophyll. 1874.

4) Recherches sur les organes de la végétation du *Selaginella Martensii*. Leiden 1877.

5) Le meristème primitif de la racine dans les Monocotylédones. Leiden, 1876.

cytologischen Beobachtungen über Kernteilung an lebenden Zellen[1]) von Bedeutung waren, zeigt schon die Tatsache, daß eine TREUBsche Figur noch in der neuesten Auflage des bekannten Bonner Lehrbuchs sich findet. Seine Beobachtungen über mehrkernige Zellen und über das Sklerenchym seien hier nur erwähnt. In der Reihe seiner embryologischen Arbeiten nimmt schon die in Leiden ausgeführte über die Embryobildung der Orchideen[2]) einen ehrenvollen Platz ein. Sie ist nicht nur reich an interessanten Beobachtungen, sondern zeichnet sich auch dadurch aus, daß die Gestaltungsverhältnisse (namentlich des aus der Mikropyle herauswachsenden Embryoträgers) in Verbindung gebracht werden zu der Ernährung des Embryos. Eine solche Verwertung entwicklungsgeschichtlicher Beobachtungen war damals noch selten.

Wir sehen also TREUB in seiner Leidener Zeit in sehr produktiver Tätigkeit. Er greift mit fein ausgearbeiteten Untersuchungen in die meisten der damals im Vordergrund des Interesses stehenden Fragen ein und trägt zu ihrer Entscheidung wesentlich bei.

Diese Arbeiten brachten dem jungen Forscher auch rasch die verdiente Anerkennung. Schon als Assistent wurde er Mitglied der holländischen Akademie der Wissenschaften und als durch SCHEFFERs Tod die Stelle eines Direktors des Botanischen Gartens in Buitenzorg frei wurde, lenkten sich die Blicke auf TREUB, der aber zunächst wenig geneigt war, nach Java zu gehen. Seine Fachgenossen waren offenbar der Ansicht, daß ein Mann von solchen Gaben und soleher Energie auch auf einem Gebiete, welches ihm bisher recht ferne lag, Ausgezeichnetes leisten werde, — sie haben sich nicht getäuscht!

Der Buitenzorger Garten, 1817 durch REINWARDT begründet, hatte längere Zeit hindurch ein ziemlich kümmerliches Dasein geführt, war aber namentlich durch TEYSMANNs verdienstliche Tätigkeit sehr gehoben worden. Auch der treffliche SCHEFFER entfaltete in den 11 Jahren seiner Amtsdauer eine rege Tätigkeit. Namentlich förderte er den kolonialen Landbau und schuf für die wissenschaftliche (aber auf Systematik beschränkte) Tätigkeit des Gartens eine eigene Zeitschrift, die „Annales du jardin botanique de Buitenzorg", von der er aber nur noch einen Band herausgeben konnte.

---

1) Recherches sur la rôle du noyau dans la division des cellules végétales. Amsterdam, 1876.

2) Notes sur l'embryogénie de quelques Orchidées. Amsterdam, 1879.

Indes blieb die Bedeutung des Buitenzorger Gartens zunächst eine rein lokale — auch die „Annales“ blieben in Batavia liegen. Erst TREUB war es vorbehalten, dem Buitenzorger Garten einen Weltruf zu verschaffen, die „Annales“ neu zu beleben und sie namentlich durch seine eigenen Arbeiten zu einer der wichtigsten botanischen Zeitschriften auszugestalten. Ihnen schlossen sich umfangreiche andere, mehr praktischen Zwecken des Gartens gewidmete, Veröffentlichungen an. Im November 1880 siedelte TREUB nach Java über, fast gleichzeitig mit ihm trat der auch vor kurzem verstorbene Dr. W. BURCK als zweiter Direktor des Gartens ein.

Mit TREUB wurde zum erstenmal ein „moderner“ Botaniker als Vorstand eines botanischen Gartens in die Wunderwelt der Tropen versetzt.

Es liegt in der Natur der Dinge, daß man die Pflanzenwelt der Tropen zunächt in systematischer und pflanzengeographischer Richtung zu erforschen suchte, während in Europa aus und neben der systematischen Botanik sich die „allgemeine“ Botanik entwickelt hatte. Diese war dabei auf das kärgliche Pflanzenmaterial angewiesen, welches die mitteleuropäische Flora bot, eine Tatsache, welche, wie TREUB nachdrücklich betont hat, zu manchen einseitigen Auffassungen führen mußte. Nur wenige Botaniker hatte das Mikroskop nach den Tropen begleitet, so GRIFFITH in Ostindien, CRÜGER in Trinidad. Es bedarf kaum der Hervorhebung, daß diese Forscher ohne die Hilfsmittel eines Laboratoriums mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen hatten. Ihre Untersuchungen mußten deshalb vielfach unvollständig bleiben. TREUB erkannte sofort mit scharfem Blicke, wie wichtig es sei, den Buitenzorger Garten mit Sammlungen und Laboratorien auszurüsten und verstand es vortrefflich, für seine Pläne auch die Regierung zu interessieren und zur Genehmigung der nötigen Mittel zu veranlassen.

Ehe wir indes auf seine Leistungen als Organisator hinweisen, sei zunächst seine wissenschaftliche Tätigkeit in Java hervorgehoben. Für seine kraftvolle Persönlichkeit ist es bezeichnend, daß er neben zeitraubenden administrativen Aufgaben noch eine lange Reihe ganz ausgezeichneter wissenschaftlicher Untersuchungen ausführen konnte, und das in einem Klima, in welchem die Energie vieler Europäer nach einigen Jahren sehr nachzulassen pflegt.

Gewiß hatte er dabei zwei Vorteile: einmal lebte er in einem Zeitalter der pflanzlichen Morphologie, das wir als das „heroische“ bezeichnen können, weil es galt, auf der von HOFMEISTER beschrittenen Bahn noch eine ganze Anzahl unbekannt gebliebener Gestaltungsverhältnisse aufzufinden, und zwar wie z. B. die *Lyco-*

*podium*prothallien zeigen, zu finden im wörtlichen Sinne. Sodann kam er in ein Land, in welchem ihm interessante Pflanzenformen, die in Europa nur in kleinen Bruchstücken oder gar nicht zugänglich sind, in Hülle und Fülle zur Verfügung standen. Aber auch in den Tropen gibt es nichts, das dem berühmten Apparat vergleichbar wäre, „an welchem man an dem einen Ende dreht, um am andern eine wissenschaftliche Entdeckung in Empfang nehmen zu können". TREUBs Arbeiten sind nicht die mühelos geernteten Früchte von Spaziergängen im Buitenzorger Garten, sondern das Resultat angestrengter Tätigkeit. Fast kein Band der von ihm neu belebten „Annales" erschien ohne eine Abhandlung von ihm.

Wir können in seinen Arbeiten vier Gruppen unterscheiden. Erstens solche, die sich auf die Entwicklung der Pteridophyten beziehen, zweitens die über Samenentwicklung und Apogamie, drittens die über die „Ökologie" von Tropenpflanzen und viertens die über chemische Physiologie.

Es seien kurz die Hauptergebnisse dieser Arbeiten hervorgehoben.

1. Mit am berühmtesten sind wohl seine Untersuchungen über die Prothallien der Lycopodiaceen[1]) geworden. Vor dreißig Jahren wußte man über die Gametophyten von *Lycopodium* äußerst wenig. Die Keimung der Sporen wollte nicht gelingen (und nur für eine Art, *L. annotinum* lagen dürftige Angaben über die Gestaltung der Prothallien vor). TREUB gelang es, in Java zunächst die chlorophyllhaltigen Prothallien von *L. cernuum* (und *solakense*) und dann die höchst merkwürdigen saprophytisch lebenden Prothallien anderer Arten aufzufinden und dadurch (zusammen mit den schönen Untersuchungen von BRUCHMANN), eine der klaffendsten Lücken in unserer Kenntnis der lebenden Pteridophyten auszufüllen.

2. Schon im zweiten Bande der „Annales" erscheinen die „Recherches sur le Cycadées", welche auf Grund der Entwicklung der Pollensäcke und Samenanlagen die primitive Stellung dieser Samenpflanzen schön erläuterten. Besonders war sein Interesse auch den Angiospermen zugewendet, bei denen die Untersuchung der „abnormen" Samenentwicklung große technische Schwierigkeiten bot. Er überwand sie auch in der Zeit vor der Mikrotomtechnik mit Leichtigkeit. Es sei erinnert an die klassischen Untersuchungen über Loranthaceen[2]), welche zeigen, wie weit die Rückbildung der Samenanlagen gehen kann, ferner an die über *Barringtonia*, Or-

1) Etudes sur les Lycopodiacées. Ann. I. Sér. 1, 5, 7, 8.

2) Notes sur l'embryon, le sac embryonnaire et l'ovule. Ann. I, 3, 4.

chideen und *Balanophora*[1]). Besonders bekannt geworden sind seine Untersuchungen über *Casuarina*[2]). Einerseits durch die Entdeckung der Chalazogamie, andererseits weil es schien, als ob hier ein besonders primitiver Typus der Samenpflanze vorliege. Die Einteilung der Angiospermen in „Chalazogamen" und „Porogamen", welche TREUB vorschlug, hat sich freilich auf Grund der Untersuchungen von MURBECK u. a. nicht aufrechterhalten lassen, auch in der Ausbildung des Embryosackes weicht nach FRYE *Casuarina* nicht wesentlich von anderen Angiospermen ab. Wenn also auch derzeit kein irgendwie zwingender Grund vorliegt, *Casuarina* für eine „primitive" Angiospermenform zu halten (viel wahrscheinlicher ist, daß sie eine sehr stark reduzierte ist), so hat TREUBs Untersuchung doch eine Anzahl merkwürdiger und interessanter Tatsachen ergeben, die für die spätere Entscheidung der Frage wichtig sind. Theoretische Ausführungen „lagen" ihm, wie mir scheint, überhaupt weniger als die Entdeckertätigkeit in der Auffindung von Tatsachen. So halte ich auch seinen „Protokorm" nicht für ein lebensfähiges Gebilde; aber das tut dem Wert der Arbeiten keinerlei Eintrag, zumal er selbst von jeder dogmatischen Neigung weit entfernt war.

Das Problem der Apogamie beschäftigte ihn namentlich bei *Ficus hirta*[3]) und *Elatostema acuminatum*[4]). Dem feinen Naturbeobachter konnte bei letzterer in Tjibodas häufiger Pflanze nicht entgehen, daß männliche Pflanzen sehr viel seltener sind als weibliche. Trotzdem zeigen diese Samenbildung. Er schloß daraus auf die Wahrscheinlichkeit von Apogamie und fand diese auch, wie er denn schon früher für *Balanophora* eine sehr merkwürdige Form der Apogamie nachgewiesen hatte[5]).

3. Daß TREUB die Natur nicht (wie leider mancher Botaniker) nur durch das Mikroskop ansah, zeigen seine ausgezeichneten „ökologischen" Untersuchungen. Von Epiphyten beschäftigten ihn *Dischidia Rafflesiana* mit ihren merkwürdigen Urnenblättern, deren Bau, Entwicklung und Funktion er aufklärte[6]), und namentlich

1) L'organe femelle et l'apogamie du *Balanophora elongata* Bl. Ann. I, 8.

2) Sur les Casuarinées et leur place dans le système naturel. Ann. I, 10.

3) L'organe femelle et l'embryogenèse dans *Ficus hirta* Vahl. Ann. II, 3.

4) L'apogamie de l'*Elatostema acuminatum*. Ann. II, 4.

5) TREUB hat selbst bedauert, daß er diesen Fall experimentell nicht weiter verfolgen konnte. Da die apogamen *Elatostema* sonst nur weibliche Nachkommen ergeben, so liegt die Vermutung nahe, daß nicht alle Blüten apogam sind, sonst wäre das Vorhandensein männlicher Exemplare schwer verständlich.

6) Sur les Urnes du *Dischidia Rafflesiana*. Ann. I, 3.

auch die Myrmecodien[1]), um deren von Ameisen bewohnte hohle Knollen so manche phantastische Anschauung rankte. TREUB wies nach, daß die Myrmecodienknollen ganz ohne Mitwirkung von Ameisen entstehen und daß die Ameisen für den Weiterbestand der Pflanzen nicht nötig sind, ebensowenig als dies für *Dischidia* der Fall ist. Seine Warnung bei „biologischen" Untersuchungen in den Tropen nicht allzu rasch auf eine mutualistische Symbiose zwischen Pflanzen und Ameisen zu schließen, war sehr berechtigt; bekanntlich sind die Aktien auch der „echten Ameisenpflanzen" neuerdings sehr gefallen!

Wertvolle Resultate ergaben auch die Studien über Kletterpflanzen[2]), speziell die Hackenpflanzen, und oft citiert sind seine Untersuchungen über die Wiederbesiedelung der Insel Krakatau mit Pflanzen[3]). Bekanntlich war durch einen heftigen vulkanischen Ausbruch die frühere Vegetation vollständig zerstört worden. TREUB besuchte die Insel 3 Jahre nach dem Ausbruch und stellte fest, daß sich eine größere Anzahl von Pflanzen schon wieder auf dem unwirtlichen Boden angesiedelt hatte. Von besonderem Interesse war dabei ein „Zusammenwirken" verschiedener Pflanzen, indem durch das Vorhandensein schleimiger Cyanophyceen die Ansiedelung von Farnen und Moosen erst ermöglicht wird. Auf ein solches Zusammenwirken hat TREUB auch in einer seiner letzten Arbeiten hingewiesen[4]), in welcher er den tropischen Urwald als eine große Pflanzengenossenschaft, in welcher nicht nur ein Kampf sondern auch ein Zusammenwirken der einzelnen Komponenten stattfinde, auffaßte. — Eine sehr hübsche Entdeckung waren auch die „Wasserkelche" von *Spathodea campanulata*, die später auch bei anderen Pflanzen nachgewiesen wurden. Er wurde durch die Spiele javanischer Knaben (die sich damit spritzten) darauf aufmerksam[5]).

4. Ganz besonders am Herzen aber lag ihm offenbar eine Reihe von Untersuchungen, welche sich mit der Bedeutung der Blausäure für die chlorophyllhaltigen Pflanzen befaßt[6]). Er wies

1) Sur le *Myrmecodia echinata* Gaud. Ann. I, 3. Nouvelles recherches sur le Myrmecodia de Java. Ann. I, 7.

2) Observations sur les plantes crimporates du jardin botanique de Buitenzorg. Ann. I, 3. Sur une nouvelle catégorie de plantes crimpantes ibid.

3) Notice sur la nouvelle flore de Krakatau. Ann. I, 7.

4) La forêt vierge comme association. Ann. II, Ser. I. VII (1908).

5) Les bourgeons floraux du *Spathodea campanulata* Beaw. Ann. I, 8.

6) Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule* Reinw. Ann. I, 13 Nouvelles recherches sur le rôle du l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes. Ann. II, 4.

z. B. für *Phaseolus lunatus* nach, daß zur Bildung der Blausäure Kohlenhydrate und Nitrate notwendig sind, und faßte die Blausäure auf als das erste erkennbare Produkt der Stickstoffassimilation, aus welchem dann die komplizierter gebauten Stickstoffverbindungen hervorgehen.

Eine Anzahl kleinerer Arbeiten kann hier unerwähnt bleiben, sie würden, obwohl sie alle interessante Beobachtungen enthalten, doch dem Bilde von TREUBs wissenschaftlicher Tätigkeit keine neuen Züge hinzufügen.

Es wurde oben schon hervorgehoben, daß TREUBs Energie sich in seinen wissenschaftlichen Arbeiten keineswegs erschöpfte. So zahlreich und bedeutungsvoll diese auch sind, so kann man doch sagen, daß er nicht minder Hervorragendes als Organisator leistete, teils für die reine Wissenschaft, teils für die tropische Agrikultur.

In seiner Rede zur Feier des 75jährigen Bestehens des Buitenzorger Gartens[1]) hebt TREUB die Bedeutung der botanischen Gärten in den Tropen für Wissenschaft und Praxis in lichtvoller Weise hervor. Es war ihm von Anfang an klar, daß mit einem auf der Höhe seiner Aufgabe stehenden botanischen Garten nicht nur ein Herbarium verbunden sein dürfe, sondern eine Reihe von Laboratorien, welche die Untersuchung der Pflanzen (und der Tierwelt) nach allen Richtungen hin gestattet, und namentlich auch dem Übelstand steuert, den er in dem Satze zusammenfaßte „die „allgemeine" Botanik unserer Hand- und Lehrbücher ist zum größten Teile nur diejenige der gemäßigten Zonen, nicht die der Tropen".

Für die Besucher Buitenzorgs sind besonders wichtig geworden das „Fremdenlaboratorium" in Buitenzorg und das Laboratorium in Tjibodas. Ersteres gestattete die Untersuchung der reichen Pflanzenschätze des Gartens mit allen Hilfsmitteln moderner Forschung. Auch von weitem her brachten die von TREUB den Besuchern zur Verfügung gestellten einheimischen Pflanzensammler des Gartens Rafflesien, Balanophoren, Myrmecodien, Farne, Orchideen und andere Herrlichkeiten. Aber noch schöner fanden es doch wohl die meisten Besucher in Tjibodas. Dort war früher nur ein kleiner Berggarten vorhanden. TREUB erfaßte sofort, wie

1) Vgl. die Festschrift 'slands plantentuin te Buitenzorg 18. Mai 1817 bis 28. Mai 1892 Batavia, Landsdrukkerij (Deutsch: der botanische Garten zu Buitenzorg auf Java, Leipzig 1895).

wichtig es sein würde, ein Laboratorium unmittelbar am Urwald der Bergzone zu haben. Er richtete ein solches ein, und verschaffte den fremden Besuchern auch die Möglichkeit, in dem Gebäude des Gartens zu wohnen. Er erreichte von der Regierung, daß ein großes Stück Urwald, der unmittelbar an den Berggarten angrenzt, fortan unberührt blieb. Es wurde nur für Wege und Orientierung gesorgt, so daß dort ein wahres botanisches Paradies geschaffen wurde.

Nicht zu vergessen ist auch, daß TREUB den Besuchern ihre Aufgabe dadurch wesentlich erleichterte, daß er für eine Bearbeitung der Flora von Westjava, nicht nur der Phanerogamen, sondern auch der Kryptogamen sorgte, und auch sonst in aufopfernder Weise seinen wissenschaftlichen (nicht selten auch persönlichen) Gästen, wie er sich ausdrückte, als „Impresario" diente.

Selbst die schönsten Einrichtungen sind aber fruchtlos, wenn sie nicht benützt werden. Eine Reise nach Buitenzorg ist aus finanziellen Gründen vielen nicht möglich, denen sie als Erfüllung langgehegter Wünsche vorschwebt. TREUB benutzte einen Urlaubsaufenthalt in Europa um diesem Übelstand abzuhelfen. Er veranlaßte zunächst in seinem Heimatlande Bekannte und Freunde zu einer Geldstiftung, die Regierung zu einer Subvention. Andere Länder, wie z. B. das Deutsche Reich, Österreich und die Schweiz folgten, und so wurde es möglich, daß etwa 120 Besucher (nicht nur Botaniker sondern auch Zoologen) die von TREUB geschaffenen Einrichtungen benützt haben. Es ist wohl keiner von Java geschieden ohne das Bewußtsein, dort mit die schönste Zeit seines Lebens verbracht zu haben, und ohne innigen Dank für TREUB und die Hochherzigkeit der holländischen Regierung.

TREUB war sich wohl bewußt, daß seine Förderung der Wissenschaft auch eine nationale Bedeutung habe. „In den Werken des Friedens liege die Kraft und das Ansehen kleiner Völker begründet." Und wo diese, wie es bei uns der Fall ist, auch Herrscher über große und schöne Kolonien sind, da reiht sich an diese Erwägung noch eine andere an, und zwar „royauté oblige"[1]). Wenn jemand seinem Lande Ehre gemacht hat, ist gewiß er es gewesen!

In Buitenzorg reihten sich dem botanischen Laboratorium allmählich pharmakologisch-chemische und andere an, namentlich wurde auch die Untersuchung der so wichtigen Baumflora (durch VALETON und KOORDERS) energisch gefördert.

---

1) Festschrift S. 21.

Allmählich aber trat die praktische Tätigkeit zur Förderung der tropischen Agrikultur mehr in den Vordergrund. TREUB verstand es, die Pflanzer für die Erforschung der wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenkultur zu interessieren und sie zur Hergabe von Mitteln zu veranlassen, welche die Einrichtung von Speziallaboratorien ermöglichten. So stellten 1894 ihm die Deli-tabakpflanzer Mittel zur Untersuchung des Tabaks zur Verfügung, andere folgten diesem Beispiel, wobei zur Bedingung gemacht wurde, daß die Pflanzer sich nicht in die Untersuchung selbst einmischen durften. Eine große Anzahl für die tropische Agrikultur wichtiger Untersuchungen sind aus diesen Labotorien hervorgegangen.

Später wurden diese mit dem Buitenzorger Garten zu einem „Department van landbouw" vereinigt, an dessen Spitze TREUB als eine Art Ackerbauminister trat.

Manche der alten Besucher des Buitenzorggartens haben diese Veränderung wohl nicht ohne einige Besorgnis miterlebt. Einerseits mußte dadurch die Last administrativer Pflichten, welche TREUBs Schultern aufgeladen war, eine noch größere werden, andererseits fragte sich, ob nicht die rein wissenschaftlichen Ziele dabei etwas in das Hintertreffen geraten könnten.

Nun, solange TREUB an der Spitze stand, konnte man sicher sein, daß der alte Kurs nicht aufgegeben werde. Wird aber auch nach seinem Scheiden das von ihm gegründete Reich zusammenhalten und weiter gedeihen? Wir wollen es hoffen!

Im Oktober 1909 verließ er Java, um den Rest seines Lebens in Europa zuzubringen. Er wollte sich an der französischen Riviera ansiedeln; liebte er doch Frankreich ganz besonders, wie denn auch seine Arbeiten fast ausschließlich in französischer Sprache erschienen sind. Aber seine Gesundheit war schon gebrochen. Trotz eines Aufenthaltes in Ägypten kräftigte sie sich nicht wieder. Er verschied im Oktober 1910 in St. Rafael.

An äußerer, wohlverdienter Anerkennung hat es ihm nicht gefehlt. Er war Mitglied wohl aller Akademien und gelehrten Gesellschaften der Welt, die holländische Regierung ernannte ihn zum Professor, und Orden wurden ihm in großer Anzahl verliehen. Besonders hoch schätzte er aber die Anerkennung seiner Fachgenossen und Mitarbeiter.

Sein 25jähriges Doktorjubiläum wurde feierlich begangen, und frühere Besucher des Gartens stifteten damals einen Ergänzungsband für die Annalen, eine Ehrung, die sich bei seinem Abgange

von Java wiederholte. Holländische und andere Universitäten suchten ihn als Professor der Botanik zu gewinnen. Er hat mit Recht solche Berufungen abgelehnt, in keiner andern Stellung hätte er der Wissenschaft und der Menschheit so dienen können wie in seiner Initiatorgeber.

Jener oben angeführte Ausspruch „royauté oblige“ war wohl nicht nur auf sein Heimatland berechnet. Er ist auch die Devise gewesen, nach der er selbst gehandelt hat. Eine innerlich und äußerlich vornehme Persönlichkeit, fühlte er die Verpflichtung, seine reichen Gaben zum Nutzen der Allgemeinheit zu verwenden. Gewiß fehlte es auch ihm nicht an kleinen menschlichen Schwächen. Aber die können das Bild des Mannes nicht trüben — die „royauté“ bleibt!

—

Anton Dohrn.

Von

H. Grafen zu Solms-Laubach.

Am 26. September 1909 ist Anton Dohrn dahingegangen. Er war nicht Botaniker und hat in seinem Leben keine Zeile botanischen Inhalts geschrieben und trotzdem hat er der Botanik mehr und Größeres geleistet als viele andere Männer, die sich in eifriger und pflichtgetreuer Erforschung ihrer Probleme ein langes Leben hindurch abgemüht haben. Sein Todestag ist wie für die Zoologie auch für die Botanik ein wirklicher Trauertag. Und deshalb mögen ihm an dieser Stelle im Namen der Gesellschaft, der auch er angehört hat, mit dem Ausdruck unseres Dankes ein paar Worte der Erinnerung gewidmet sein.

Geboren zu Stettin am 29. Dezember 1840, war er in den glücklichsten Familienverhältnissen und unter mannigfacher Anregung von seiten des Vaters, des bekannten Entomologen, herangewachsen. Sie führte ihn der Zoologie zu, die ihm damals freilich kaum volle Befriedigung hätte gewähren können, wäre nicht in seine Studienzeit das Erscheinen von Darwins Origin of species gefallen. Begeistert von der Fülle des neuerschlossenen Gedankenkreises ging er nach Jena, um sich dort 1868 zu habilitieren.

Allein die ruhige Dozententätigkeit entsprach nicht dem expansiven Wesen seiner Naturanlage. Wie eine Eingebung erfaßte ihn plötzlich am 4. Januar 1870 im Postwagen zwischen Apolda und Jena der kühne Gedanke, am Meer eine Arbeitsstätte zu begründen, die den Zoologen erlauben sollte, ohne alle die Schwierigkeiten, die bis dahin überwunden werden mußten, ihren Studien über Meerestiere obzuliegen.

Das Jahr 1871 sah seine definitive Übersiedlung nach Neapel, allwo er von nun an 38 Jahre gelobt, wo er 1874 seine zoologische Station eröffnet, wo er kurz nachher durch die Vermählung mit MARIE VON BARANOWSKA seinen häuslichen Herd begründet hat. In München, wo er, wenn nicht Heilung, so doch Linderung eines Herzleidens erhoffte, hat er endlich seine Tage beschlossen.

Ja diese „Stazione zoologica". Das vornehme weiße Haus zwischen immergrünenden Steineichen, mit seiner Bogenhalle gegen das Meer, mit seinem Bibliotheksaal, den die Kunst HANS VON MARÉES geziert hat, erscheint ja jetzt allen den Tausenden und aber Tausenden, die Neapels Gestade besuchen, als ein notwendiges Requisit der Villa Reale. Man hat den Eindruck, es müsse dort immer gestanden haben.

Und doch verdankt es seine Entstehung nur der unermüdlichen, nimmer rastenden Tätigkeit DOHRNs, die die arbeitsreichen und aufreibenden Jahre von 1870—1874 umfaßte. In jeder Großstadt würde ja der Plan, inmitten der schönsten Promenade einen solchen Neubau zu errichten, auf große Schwierigkeiten gestoßen sein. In wie viel höherem Maße als sonstwo das aber gerade in Neapel der Fall war, das kann nur der so recht beurteilen, der diese Stadt und ihre Verhältnisse aus längerer eigener Erfahrung kennen zu lernen Gelegenheit hatte. Um hier durchzudringen, war freilich die fast ungestüme Tätigkeit, die nie ermüdende Zähigkeit und nicht am wenigsten die diplomatische Befähigung vonnöten, die DOHRN sein Lebenlang wie kaum ein anderer besessen und vereinigt hat. Gar vieles, was der Station zugute gekommen, hat seinen Ursprung in einer unscheinbaren Weinkneipe, dicht am Meer in den Ruinen des Palazzo della Donna Anna gelegen. Hier war der Ort, wo DOHRN sich im Freundeskreise von der Last und Mühe des Tages erholte, wo er mit dem etwas barocken aber eminent begabten und klugen NICOLAUS KLEINENBERG alle laufenden Dinge, die sich auf das heranwachsende Institut bezogen, besprach. Leider ist, wie so vieles, auch dieses reizende Plätzchen, an dem Verfasser dieser Zeilen so oft dem Plätschern

des Meeres gelauscht, neuerdings in prosaischster Weise verschandelt worden.

Auf diese Gründungsjahre folgten dann natürlicherweise Decennien, die wesentlich der Erhaltung und dem Ausbau der Anstalt gewidmet waren. In ihnen wurde DOHRN so recht zum ἄνηρ πολύτροπος. Man traf ihn oft ganz zufällig in den verschiedensten Städten Europas, immer in Eile und drängender Hast und immer für das Wohl seines Lebenswerks tätig. Es kann auf die Geschichte dieser seiner Tätigkeit an dieser Stelle nicht eingegangen werden, es mag dafür auf die schöne warmempfundene Gedächtnisrede verwiesen sein, die THEODOR BOVERI beim internationalen Zoologenkongreß zu Graz gehalten hat. Aus ihr darf man die Hoffnung entnehmen, mit der Zeit noch die eigenen Aufzeichnungen des Verstorbenen über diese seine wichtigste Lebensperiode kennen zu lernen.

Ursprünglich war die Station nur für die Zoologie und zwar wesentlich für morphologische und entwicklungsgeschichtliche Arbeitsweise, wie sie damals alles beherrschte, gedacht. Da erschien nun aber bald auch die Botanik und heischte Einlaß. Und DOHRN, dem jederlei engherziges Empfinden vollkommen fremd war, machte ihr die Türe mit Freuden weit auf, gerade so wie er das späterhin auch der Experimentalphysiologie getan hat, der, als der Anbau zustande gekommen war, ein sehr ansehnlicher Raum überlassen werden konnte. Und in stets wachsender Zahl pilgerten nun die Botaniker nach Neapel, um das ihnen dort Gebotene zu benutzen. Wie oft er selbst dort gewesen, kann der Verfasser dieser Zeilen heute gar nicht mehr feststellen. Die Arbeiten, die im Schoße der Station entsprungen waren, sind an allen Orten zum Druck gelangt, nur ein kleiner Teil derselben ist in den Publikationen der Anstalt, der Fauna und Flora des Golfs von Neapel, und in den Mitteilungen der zoologischen Station niedergelegt. Die Mehrzahl der deutschen Botaniker und sehr viele Ausländer sind wie der Verfasser dieser Zeilen Freunde des gastlichen Institutes geworden und werden seiner wie dieser gewiß stets mit herzlichstem Dank gedenken. Zeitweise war durch DOHRNs Fürsorge sogar eine Assistentenstelle von botanischer Seite besetzt; es haben FALKENBERG und BERTHOLD durch ihre Studien über die Flora des Golfs den nachkommenden Fachgenossen die Wege geebnet und die Orientierung erleichtert.

Das schwere Schicksal, das die Anstalt im Jahre 1909 in dem Verlust ihres Gründers, in dem eines seiner treuesten Gehilfen

Salvatore Lo Biancos, getroffen, hat ihr nichts anhaben können, so gefestigt steht sie Dank Dohrns Tätigkeit da. Ihm ist das beneidenswerte Schicksal zuteil geworden, mit voller Befriedigung sein Lebenswerk überschauen, sich seiner Dauerhaftigkeit noch erfreuen zu können. Und in seinem Namen dürfen jetzt Zoologen und Botaniker der Nachwelt die Worte Brunetto Latinis an Dante zurufen:

Sieti raccomandato 'l mio tesoro
nel quale i' vivo ancora e più non cheggio.

Verzeichnis der Pflanzennamen.

Abutilon Darwini 298.
Acer 149, 282, 484.
— *Negundo* 276.
— *rubrum* 148.
Aethalium septicum 121.
Albugo candida 252.
Algen 83.
Algenpilze 456.
Alisma 276.
— *Plantago* 276.
Allium 114, 539, 545.
Alnus glutinosa 379.
Alyssum 525—532.
Alternaria 467.
Ambrosia (Compositae) 456.
Ambrosiapilze 455, 469, 471, 474, 478.
Ammophila arenaria 28.
Amorphophallus Rivieri 271, 272, 278.
Ampelopsis 63.
Amylomyces 547.
— *Rouxii* 547.
Anamirta Cocculus 57.
Anemone silvestris 135.
Angiospermae 303, 304, 313.
Anisophylleia 521.
Anisophylloideae 521.
Antirrhinum majus luteum rubrostriatum 434.
Arabis 526, 527, 529, 531.
— *arenosa* 531.
Aralia humilis spinosissima folio matrae subrotundo 516.
— *spinulosa folio cordato sinuoso et crenato, pedunculis dichotomis* 516.
Aristolochia Sipho 68.
Arum italicum 271, 272.
Ascochyta 441, 448.
Asparagus 541.
— *officinalis* 540, 541, 542, 544, 545, 546.
Aspergillus 548.
— *Oryzae* 547.
Astasia 341.
Asteropteris Noreboracensis 816.
Astragalus sinicus 536.
Atriplex Halimus 537.
Avena 38.
Azotobacter (11), (14), (18), (19).
— *Chroococcum* (13), (19).

Bachytheeium Rutabulum 562.
Bacillus Cubonianus 534, 537.
— *leptosporus* 8.
— *mesentericus vulgatus* 11.
— *Mori* 534.
— *mycoides* 12, 13, 14, 15.
— *pyocyaneus* 496
— *subtilis* 8, 12, 14, 15.
— *vulgatus* 11, 13, 14, 15.
Bacterium alrosepticum 491, 492.
— *fluorescens* 488.
— *phytophtorum* 491, 492, 494.
— *solanisaprum* 491.
— *xanthochlorum* 488, 489, 490, 491, 492, 494.
Bakterien 7, 306, 308.
Balsamina 497.
Barbarea stricta 531.
Barbula 9.
— *muralis* 14.
— *muralis breviseta* 14.
— *unguiculata* b, *cuspidata* 14.
Bartramia pomiformis 13.
Begonia 69, 518.
Bellis (5).

Berberis 6.
Bicoeca socialis 343.
Birke 62.
Biscutella 529.
Bothrodendraceae 304, 312, 316.
Botriopteris 318.
Botrytis 467, 478.
– *cinerea* 466.
Brassica balearica 525.
Bremia Lactucae 262.
Brodaeendraceen 318.
Brosimum 148.
Bryophyllum 69.
Bryophyta 303, 304, 305, 309, 312, 315.
Bryopsis 265, 267.
Bunias orientalis 529.

Cactaceen 300.
Cakile maritima 529.
Calamariaceae 304, 305, 313.
Calamariales 312, 315, 316.
Calamus 119.
Calendula (4).
– *arvensis* (4).
Calla 271, 276, 277.
– *aethiopica* 271, 272, 275.
– *aethiopica albomaculata* 277, 278.
Campanula persicifolia 298.
Canna 273, 275.
– *iridiflora* 272, 273, 275, 276, 278.
Cannabis 322.
– *sativa* 281, 284.
Capparis spinosa 455, 480.
Cardamine 531.
– *digitata* 525.
– *pratensis* 296, 297, 298, 299, 300.
– *resedifolia* 298.
– *resedaefolia* 298.
Carpinus betulus 234, Fig. 5, 236.
Catharinaea 21, 22, 24, 25.
– *Hausknechtii* 21.
Catharinea 9.
– *undulata* 13, 15, 22, Fig. 1, 23.
Caulerpa prolifera 265.
Convallaria Majalis 272
Cephalanthera rubra 269.
Cephalothecium 467.
Ceratium 103, 104.
– *hirundinella* 103, 104, 106, 107, 513.
Ceratodon purpureus β brevicaulis 11.
Cereus grandiflorus 402.
– *tortuosus* 403.
Chaetomium 441.
Charantia 497, 502
Chlamydomonadaceae 340.
Chlamydomonas 340, 346, 349, 350.
Chloris 354, 355, 358, 359, 360.
– *ciliata* 350–352, 354, 358–359, 361–364, 504, 511.
– *distichophylla* 350, 364, 504.
Chlorodesmus hispidia 343.
Chorda 295.
Chordaria divaricata 294.
Chromulina 340, 341, 344, 345.
– *fenestrata* 340, 341, 342, 348.
– *Hokeana* 345, 347, 348, 349, 350.
– *mucicola* 344, 345.
– *nebulosa* 345.
– *ovalis* 349.
Chrodepus 290.
Chrysapsis 340.
Chrysococcus 340.
Chrysomonaden 340, 342, 343, 344, 346, 347, 348, 349.
Circaea 197.
Citromyces 548.
Clematis 28.
Coccolithophoraceae 399.
Coccolithophoridae 397, 398.
Coccolithophorinae 399.
Coeloglossum viride 270, 272, 278.
Coffea liberica 139, 140.
Coleus 68.
Combretaceae 521.
Combretocarpus 521.
Coniferae 304, 313, 412.
Coniothyrium 462–464, 466–468.
– *leguminum* 478–480.
Convallaria 274.
– *majalis* 273, 276.
Convolvulus 484.
Cordaitales 304, 313, 315.
Cordyline rubra 148.
Cornaceen 521
Cornus mas 404.
Coronilla 170.
– *emeroides* 458, 478.
– *emerus* 458, 463, 469, 472, 473, 474, 477.
Corylus Avellana 219.

Coryneum 535, 536.
— *Mori* 536
Cotyledon 148.
Craspedomonaden 343.
Crassulaceen 151.
Crataegomespilus 117, 188.
— *Asnieresii* 192.
— *Dardari* 192.
Crataegus 192.
Crocifere dicentriche 530.
— *polycentriche* 530.
— *quadricentriche* 530.
Croton ciliatoglandaliferum 415, 416, 418.
Cruciferen 367, 524, 525, 532.
Cucurbita 322, 366.
— *Pepo* 281.
Cucurbitaceen 365.
Cuscuta 329, 330, 331, 332.
— *Gronovii* 329, 330, 332—334.
Cuscuteen 329, 330, 331, 332, 334.
Cyanophyceen 225, 308.
Cyatheaceae 304.
Cycadaceae 304, 313.
Cycadeen 315.
Cycadofilices 304, 305, 313, 315, 316.
Cycloneuris annularis 343.
Cykadeen 409.
Cypripedium calceolus 269.
Cytisus Adami 117.
Cytisus laburnum 117.
— *purpureus* 117, 189, 190, 191, 192.
Cyttaria 77.

Dactylis 350.
Dahlia 35, 36.
— *variabilis* 37.
Dasycladus 225, 227, 265, 266, 267.
— *clavaeformis* 224, 226, 264, 265.
Daucus 374.
Desmarella 343.
Dianthus 561.
— *prolifer* 561.
Diatomeen 225.
Dicranum interruptum 14, 16.
Digitalis ferruginea 296, 299.
Discosphaera 399.
— *Thomsoni* 399.
Draba aizoides 531.
Drosera 149.
Echeveria 148—160, 162, 164, 166, 167, 169, 183.
— *glauca* 148.
— *metallica* 148.
— *secunda glauca* 148.
Efeu 220
Ebe 220
Eiche 62.
Elodea canadensis 108.
Elymus arenarius 28.
Emerus-Galle 478, 479.
Ephedra 411, 412.
— *campylopoda* 404, 406, 409, 411.
— *distachya* 407.
— *helvetica* 407, 411, 412.
Epipactis 273.
— *rubiginosa* 269, 272, 277.
Equisetaceae 304, 312.
Equisetales 312.
Erbsen 259, 281, 283, 287, 326.
Erdbacillus 12.
Erodium grainum 561.
Erophila 243—250.
— *cochleata* 244—250.
— *cochleata* × *radians* 245, 247, 249.
— *majuscula* 244.
— *radians* 244—250.
— *subtilis* 245.
— *tenuis* 245.
— *verna* 243, 245, 248, 249.
Erucastrum varium 529.
Ervum 561.
Eryngium 518.
Erysimum 526, 527, 529, 530, 531.
— *crepidifolium* 531.
— *Kunzeanum* 525.
Erythropalum 521.
Esche 62.
Eudorina 344, 346, 347, 348, 350.
Euphorbia 72, 73, 76, 413, 417.
— *Allmaudi* 75.
— *amygdalarum* 72, 74, 76, 77.
— *canariensis* 72, 76.
— *cereiformis* 72, 73—74, Fig.. 75, 76.
— *coralloides* 415.
— *cyparissias* 72, 74, 76, 77, 415.
— *Gerardiana* 72, 74, 76, 77, 415.
— *globosa* 415.
— *helioscopia* 415.
— *heterophylla* 415.

Euphorbia Ipecacuanha 415, 416.
lathyris 72, 74, 76, 77, 415, 416, 418.
leucadendron 75.
— *meloformis* 415, 416, 418.
oaeoclada 75.
peplus 72, 74, 76, 77.
— *procera* 413, 415, 416, 417, 418.
— *Reinhardtii* 72, 73, 74, 76.
— *salicifolia* 415.
— *splendens* 72, 74, 76.
— *variegata* 415.
— *virosa* 72, 74, 76.
Euphorbiaceen 413, 417.
Evonymus 63.
— *europaea* 67.
Exobasidium 377.

Fagus silvatica 276.
Festuca 350.
Fibraurea 59.
— *chloroleuca* 59.
Ficus 148, 170, 172.
— *nitida* var. *retusa* 169, 171, 174, 179.
— *pilosa* 169—171, Fig. 2, 172. Fig. 3, 174. Fig. 4 u. 5, 175, Fig. 6, 177. Fig. 8, 178, Fig. 9, 179, 181.
— *retusa* 179.
— *retusa* var *nitida* 170, Fig. 1, 176, Fig. 7, 181.
Filicales 316.
— *leptosporangiatae* 312.
Flagellaten 339, 340, 347, 348.
Frankenia 31.
— *hirsuta* 30.
— *pulverulenta* 30.
Fucaceen 289, 295.
Fuchsia 448.
Fucus 289, 295.
— *serratus* 294.
— *vesiculosus* 288.
Fuertesia 520.
— *dominguensis* 522, 523.
Fumariaceen 532.
Fusarium 435, 436, 441, 442, 447, 448.
— *aquaeductuum* 437, 438.
— *commutatum* 446.
— *constrictum* 436.
— *didymum* 437, 438.
— *discolor* 438, 442, 443, Fig. 2, 448.
— *gibbosum* 437, 438.
Fusarium Martii 448.
— *metachroum* 448.
— *roseum* 435.
— *rubigiaosum* 437, 438, 442, 443, Fig. 2, 448.
— *solani* 435, 438, 439, 445, 446, 448.
— *solani flavum* 446.
— *subulatum* 438, 448.
— *theobromae* 442, 443, Fig. 2, 448.
— *vatricosum* 448.
— *Willkommii* Lind. 437, 438, 442, 448.
Fusisporium solani 445.
Fusoma 442.
— *orthoceras* 442.
— *ventricosum* 442.

Gabunthus 545.
Genista 561.
Gerste 259, 261.
Gesneriaceen 363.
Gibberella 448.
Gleditschia 62.
Gleicheniaceae 304.
Gnetaceae 412.
Gnetales 411, 412.
Gnetum 412.
— *Gnemon* 410, 411.
Gonium 344, 347, 348.
— *sociale* 344.
Goudyera repens 269, 272, 277.
Gramineen 38, 259.
Gronovia 520, 521.
Grünalgen 308.
Gymnadenia albida 269.
— *conopea* 269.
— *odoratissima* 269.
Gymnospermen 303, 305, 404.
Gyrora 168.

Hedera Helix 276.
Helianthus 35, 52, 56, 322.
— *annuus* 51, 56, 281, 282.
Heliophila 527, 528.
Helminthosporium Ravenelii 507.
Hemileia 139, 142, 143.
— *vastatrix* 138, 142, 146.
Hepatica 207.
Herminium 269.
Hernandiaceen 521.
Hesperis matronalis 531.

Heracleum 394, 397.
Homalotheciuni sericeum 562.
Hyacinthus orientalis 539.
Hyaloderma 379.
Evansii 380.
Hydroclathrus 295.
Hydrurus 344.
Hymenophyllaceae 304.
Hymenophyllites 317.
Hyphomyceten 435, 436.
Hypnum capillare 14.

Illigera 521.
Impatiens 69.
— *Holsti* 298.
Isoetaceae 304, 312.
Juliania 412.

Kakteen 400.
Kalkflagellaten 397.
Kartoffel 436.
„*Kartoffelbacillus*" 11.

Laburnum 189, 190.
— *Adami* 188, 189, 190, 191, 192.
— *vulgare* 188, 189, 190, 191.
Lagenaria 366.
Laminaria 224, 295.
Leguminosae 259.
Lemna trisulca 108.
Lepidium sativum 109—111.
Lepidocarpon 313.
Lepidodendraceae 304, 305, 312, 313.
Leptodon 21, 554, 557, 558, 560.
— *Smithii* 552, 553, 554, 556.
Leptosporangiaten 316, 317.
Leucodon 552, 554, 558, 560.
— *sciuroides* 552, 553, 558.
Liliaceen 269.
Linum usitatissimum 284.
Liriodendron 70.
Listera cordata 270, 272, 277.
— *ovata* 270—272, 278.
Loasa 516—518.
— *parviflora* 515, 516.
— *Plumieri* 515, 519, Fig.
Loasaceen 515, 520, 522.
Lolium 350.
Lunaria annua 418.
Lupinus 52, 56, 109, 281, 283, 285, 286, 288, 436, 561, (10).
— *albus* 51, 108—110.
— *angustifolius* 281, 282, 285, 322, 326, 452.
Lychnis chalcedonica 484.
Lycium 63.
Lycopodiaceae 304.
Lysimachia vulgaris 197.

Macrophoma 456—459, 461—465, 467—470, 474—478, 480.
— *Coronillae* 471.
— *Coronillae Emeri* 478, 479.
Magnolia 70.
Mahonia 6.
Maïs 47, 48.
Malaxis 270, 273.
— *paludosa* 269, 272, 277.
Malcolmia 529.
— *africana* 530.
Marattiaceae 304, 315, 316.
Marattiales 312.
Marsiliaceae 304, 312, 316.
Mastixia 521.
Mattoniaceen 316.
Medicago sativa 506.
Melaleuca 149.
Melanospora 441.
Melilotus alba 228, Fig. 1.
Menispermaceen 57, 58.
Mentha 197.
Mercurialis annua 49.
Merulius 202.
— *domesticus* 200, 201, 202.
— *lacrymans* 200.
— *silvester* 200—202.
Mespilus 192.
Miadesmia 313.
Mikania scandens 148.
Mirabilis 418.
— *alba Jalapa* 431.
— *chlorina + typica* 423.
— *chlorina + variegata* 423.
— *Jalapa* 418, 433.
— *Jalapa alba flavostriata* 430, 431.
— *Jalapa alba + gilva* 425, 431.
— *Jalapa alba + albaflavostriata* 430.
— *Jalapa chlorina* 423, 432.
— *Jalapa chlorina + typica* 432.

Mirabilis Jalapa flava 130. 131.
— *Jalapa flavostriata* 430.
— *Jalapa gilva* 125. 426. 428. 430.
— *Jalapa gilvaroseostriata* 425—430.
— *Jalapa gilva* + *gilvaroseostriata* 429.
— *Jalapa rosea* 425—428.
— *Jalapa roseostriata* + *rosea* 430.
— *Jalapa striata* 426. 428. 429. 431—433.
— *Jalapa typica* 432. 433.
— *Jalapa variegata* 421. 423. 424. 429. 431. 432. 433.
— *variegata* + *typica* 422. 423. 432.
Mnium rostratum 25. 26. Fig 2.
Momordica 365. 366. 369. 370. 373. 374. 375. 497. 498. 499. 501.
— *Balsamina* 365. 496. 498. 501. 502.
— *Charantia* 496. 498. 500. 501. 502.
Morus 3. 537.
— *alba* 533. 536. 537.
Mucedinae dictyosporae 379.
Mucor 548.
— *Dolemar* 547.
Roussii 547.
Musa 273. 274.
— *Ensete* 272. 273. 274. 276.
Myagrum perfoliatum 529.
Mykorrhiza (12).
Myrionema 224.
Mystrosporella 379.
Mystrosporium 379.
— *album* 379.

Nectria 375. 448.
— *ditissima* 448.
Nelumbium 15.
Neocosmospora 448.
Nigella 358.
— *sativa* 358.
Nigritella angustifolia 269.
Nymphaea 539.

Ochromonas 345. 349.
— *botrys* 345. 348. 350.
— *sociata* 342. 345. 346. 348. 349. 350.
— *variabilis* 349.
Ophthodium aegyptiacum 529.
Ornithogalum graciale 431.
— *Lanceolatum* 434.
Olacaceen 521.
Oligocarpia 317.
Ophioglossaceae 304. 316.
Ophioglossales 312.
Ophrys aranifera 270. 272. 277.
Oplismenus imbecillus 484.
Orchideen 269.
Orchis globosus 270. 272. 273. 278.
— *incarnatus* 269.
— *palustris* 269.
— *sambucinus* 270. 272. 273. 278.
Ornithopus (10).
Orseilleflechte 79.
Orthoploceae 532.
Orthotrichum 552. 554.
— *Lyellii* 552. 553. 558. 560.
Oryza 38. 43. 46—48.
— *clandestina* 47.
— *sativa* 38. 47.
Oscillarien (19).
Oscillaria rubescens 513.
Osmundaceae 304.

Paeonia 149. 484.
Paliurus spina-Christi 404.
Pandorina 347. 348. 350.
Panicum 47. 48. 49.
— *miliaceum* 47.
variegatum 484.
Papaveraceen 867.
Pariet aria 3.
Paris quadrifolius 271. 272.
Paspalum cromyorrhizon 350. 511. 512.
— *dilatatum* 350. 506—509. 511. 512.
Penicillium 548.
Peperomia 148.
Periola 441. 448.
Peronospora 250. 252.
— *arborescens* 252.
— *effusa* 252.
— *Jaapiana* 250—253.
— *Polygoni* 252. 253.
— *Rumicis* 251—253.
Pferdebohne 436.
Phaseolus 539.
Phyllanthus angustifolius 415. 416. 418.
Phyllocactus 300. 302. 400. 401.
— *crenatus* var. *amarantinus* 401.
— *phyllanthoides* 402.
Phytophthora infestans 252.

Phytophthora omnivora 252.
Picea excelsa 62, 65, 70, 71, 79
Pilea 3.
Pionotes 412.
solani tuberosi 446.
Pisum 108, 109, 111, 114, 285, 539, (10).
— *sativum* 107, 108, 109, 110, 322, 452, 453, 454, 540, 546.
— *sativum Victoria* 281, 283, 286.
Plasmopara viticola 112.
Platane 62.
Platanthera 273.
— *chlorantha* 270, 272, 277.
Platydorina 348.
Pleodorina 348.
Pleurococcaceen 90.
Poa 350, 363, 364.
Polycystis aeruginosa 513.
Polygonatum 273.
— *multiflorum* 271, 272.
— *verticillatum* 272, 275.
Polypodiaceae 304, 308.
Polysiphonia 224
Polytrichaceen 19.
Polytrichum 9, 20, 24, 25, 28, 29, 30.
— *aloides* 13.
— *formosum* 20.
— *juniperinum* 20, 21.
— *piliferum* 20.
Pontosphaera 398.
Portocalamariaceae 304.
Potamogeton densus 270, 272, 273.
— *lucens* 270, 271, 272.
— *mucronatus* 272.
— *perfoliatus* 270, 272.
— *pusillus* 272.
Potamogetonaceen 269.
Poltia carifolia 13, 15.
Psimofilices 304, 315, 317.
Protococcaceen 90.
Pseudomonas cerasiae 494.
xanthochlorum 494.
Prilotaceae 304.
Pteridophyten 303, 305, 308, 309, 310, 315.
Pterocaulus 403.
Pterocarya 63.
Ptaisia polyantha 562.
Pyramidochrysis 341
— *modesta* 340, 341, 348, 350.
— *splendens* 341.
Ranunculus Canadensis 273
— *pyrenaeus* 273.
— *sceleratus* 358, 363, 364
Reis 38.
Reseda 367.
Rhabarber 250.
Rheum rhaponticum 250, 252, 253.
— *undulatum* 252.
Rhizophoraceen 521.
Rhizopus 547, 548.
— *Delemar* 547, 548.
— *japonicus* 547.
— *nigricans* 547.
— *Oryzae* 547.
— *tonkinensis* 547.
Rhodobryum roseum 27, Fig. 3.
Rhododendron 550, 551.
dahuricum 148.
Ribes 63, 539.
— *aureum* × *sanguineum* 191.
— *Gordonianum* 191.
— *rubrum* 276.
Ricinus 2, 3, 6, 7, 367.
— *communis* 3, 415.
Roccella 79, 279, 280.
Rosa 394, 484.
Rube, rote 168.

Sagenopteris 316.
Salix amygdalina 238.
— *daphnoides* 205.
— *incana* 330.
— *Lapponum* 203.
— *triandra* 238, 239, Fig. 7, 242.
— *viminalis* 330.
Salviniaceae 304, 312.
Samba us 28.
Sarcophyceus 294.
Sarothamnus 456, 461, 466, 470, 473, 474, 475, 477, 478, 479.
— *scoparius* 458, 459, 464, 471, 474, 480.
Saxifraga 154, 157, 158, 159, 167.
— *sarmentosa* 149, 153, 164, 184.
Sciadocallis 169.
Schizaeaceae 304, 317.
Scolopendrium 28.
Scrophularia 197, 458.
— *canina* 458.
Scyphosphaera 399.
Securinega ramiflora 415, 418.

Selaginella 28, 554.
— *lepidophylla* 551, 552, 562.
— *peruviana* 552.
Selaginellaceae 304, 312.
Senftenbergia 317.
Sigillariaceae 304, 312.
Sinapis 527, 528, 531.
Sisymbrium 77, 527, 528, 529, 530, 531.
Smilacina 273.
— *bifolia* 271, 272.
Smilax rotundifolia 271, 272.
Solanum 63, 116, 117, 188.
— *Darwinianum* 117.
— *Gaertnerianum* 117.
— *Koelreuterianum* 117.
— *lycopersicum* 188.
— *nigrum* 188.
— *proteus* 117, 188.
— *tubingense* 117, 188.
Soranthera 295.
Spermatochnus paradoxus 294.
Sphaeria Coronillae 478, 479.
Sphaerocarpus 309.
Sphenophyllaceae 301, 312, 313.
Sphenophyllum 316.
Spicaria 441, 448.
Spinacia oleracea 394.
Spiraea sp. 276.
Spirogyra 92, 93, 97—102, 108, 153, 154, 156, 157, 158, 162, 164, 166, 385—391.
Statice 31.
— *Gmelini* 30, 31, 32, 34.
— *latifolia* 30.
— *tatarica* 30.
Steganosporium 533, 536, 537.
— *Sirakoffii* 533.
Stellaria media 81, 82.
Stenotaphron glabrum 350, 504, 506.
Stephanosphaera 347, 348.
— *pluvialis* 339.
Stilophora tuberculosa 294.
Stipa 561.
— *Joannis* 135.
— *pennata* 132—137, 561.
— *Tirsa* 135.
Strelitzia 369.
Streptopus 271, 272, 273.
Stuckia 270.
— *Loeselii* 269, 271, 272, 277.
Symphoricarpus racemosus 63.
Syncrypta 345, 348.
Synthetospora 379.
Synura 348.
Syracosphaerinae 399.
Syringa vulgaris 276.

Tamarix 31.
— *gallica* 30.
Taraxacum 394—397.
— *albidum* 394, 395.
— *confertum* 394.
— *platycarpum* 394, 395, 397.
Taxus 370.
Terebinthaceen 412.
Tetraspora 344.
Thorosphaera 397, 398, 399.
— *elegans* 399, Fig., 400.
Thyrococcum 533, 536, 537.
— *compactum* 537.
— *Mori* 536.
— *punctiforme* 537.
— *Sirakoffii* 533, 535, 536, 537.
Tinospora crispa 59.
Torula 78.
Toxicodendron capense 73.
Tradescantia 101, 168, 275, 386, 539.
— *discolor* 93, 98, 100—102, 168, 386, 388, 389.
— *zebrina* 168, 484.
Trentepohlia 83, 86, 88—90.
— *annulata* 83, 88, 89, 91.
— *aurea* 83, 84, 85, 87, 89, 91.
— *Jolithus* 83—91.
— *Negeri* 86.
— *pseudoumbrina* 84, 86.
— *umbrina* 84, 85, 87, 89.
— *uncinata* 86.
Trichomanes 305, 309.
Trifolium pratense 211.
Triticum 47, 48, 174.
— *junceum* 174.
— *repens* 174.
— *sativum* 47, 281, 284, 322.
Tuberculariaceen 533, 536.
Tumboa 409, 410, 411.

Ulmus campestris 537.
Uroglena 345, 348.
Uroglenopsis 340, 344, 345, 348.

Urtica 3.
— *pilulifera* 418.
Urticaceen 3.

Valerianella 518.
Verbascum 458, 480.
Veronica longifolia alba 134.
— *longifolia typica* 431.
Verticillium 441, 448.
Vibrio Proteus 493, 496.
Vicia 194, (10).
— *faba* 108, 109, 276, 540.
— *Faba equina* 281.
— *sativa* 194, 253, 255.
Vicieen 193.
Viola tricolor 484.
Vitis gongylodes 148.
Volutella 441, 448.
Volvocaceen 347, 348.
Volvocineen 345.
Volvox 348.

Weiden 203.
Weizen 283.
Weizenembryonen 281.
Weizenkeime 182.
Welwitschia 412.

Zea 47, 48.
— *Mais* 58, 282.
— *Mays* 272, 273, 274, 276, 281, 322, 452.
Zizyphus 377, 380.

Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 15. Februar 1911.)

Ehrenpräsident.

S. Schwendener. Geheimer Regierungsrat. Professor der Botanik und Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10.** Matthäikirchstraße 28.

Ehrenmitglieder.

Bornet, Dr. **E.**, Mitglied des Institut de France in **Paris.** Quai de la Tournelle 27. Erwählt am 17. September 1881.

Bower. F. O., Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow,** 1. Hillhead, St. Johns Terrace. Erwählt am 12. September 1907.

Famintzin. A., emer. Professor der Botanik, Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg.** Erwählt am 1. Dezember 1903.

Fries, Dr. **Th. M.**, emer. Professor der Botanik an der Universität in **Uppsala.** Erwählt am 12. September 1907.

Hooker. Sir **Jos.**, in **The Camp, Sunningdale,** Berkshire. Erwählt am 17. September 1883.

Nathorst, Dr. **Alfred G.**, Professor und Direktor des Phytopaläontologischen Museums, Mitglied der Kgl. Schwed. Akademie der Wissenschaften in **Stockholm.** Erwählt am 12. September 1907.

Nawashin. Dr. **S.**, Professor der Botanik in **Swjatoschino.** Gouv. Kiew. Erwählt am 12. September 1907.

Prain. Dr. **David,** Direktor der Botanischen Garten in **Kew** bei London. Erwählt am 12. September 1907.

Thaxter, Dr. **Roland.** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.), 7 Scott-Str. Erwählt am 12. September 1907.

Van Tieghem, Ph., Professor der Botanik, Mitglied des Institut de France in **Paris**, 16 rue Vauquelin. Erwählt am 12. September 1907.

de Vries, Dr. Hugo. Professor der Botanik an der Universität in **Amsterdam**, Parklaan 9. Erwählt am 21. September 1891.

Warming, Dr. Eug., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Museums, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen**. Erwählt am 24. September 1891.

Winogradsky, Dr. Sergius, in **St. Petersburg**, Kaiserl. Institut für experimentelle Medizin. Erwählt am 12. September 1907.

Wittrock, Dr. V. B., Professor der Botanik, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften in Bergielund, Albano bei **Stockholm**. Erwählt am 7. August 1908.

Korrespondierende Mitglieder.

Balfour, J. Bailey, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg**.

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des Botanischen Gartens und Botanischen Museums in Florenz, z. Z. in Baudino bei **Florenz**, Villa Beccari.

Beijerinck, Dr. M. W., Professor am Polytechnikum in **Delft** (Holland).

Bonnier, Dr. Gaston, Mitglied des Institut de France, Professor der Botanik an der Universität in **Paris**, Rue d'Estrapade 15.

Briquet, Dr. John, Direktor des Botanischen Gartens in **Genf**.

Brotherus, Dr. Viktor Ferdinand, Professor in **Helsingfors**.

de Candolle, Casimir, in **Genf**.

Cavara, Dr. Fr., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel**.

Chodat, Dr. Robert, Professor der Botanik an der Universität in **Genf**.

Christ, Dr. Hermann, Oberlandesgerichtsrat in **Basel**, St.-Jakob-Str. 9.

Darwin, Francis, M. B., F. R. S., F. L. S. in **Cambridge** (England), 13 Madingley Road.

Elfving, Dr. Fredrik, Professor an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Helsingfors**.

Farlow, Dr. W. G., Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Flahault, Dr. Charles, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier**.

Guignard, Dr. **Léon**. Professor der Botanik an der Ecole supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France in **Paris**. 1 rue des Feuillantines.

Harper, R. A., Professor an der Universität in **Madison**. Wis. (U. S. A.).

Hemsley, W. B., F. R. S., F. L. S. in **Kew** bei London.

Henriques, Dr. **J. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

Ikeno, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Tokio**.

Johannssen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen**.

v. Lagerheim, Dr. **G.**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm**.

Massart, Dr. **J.**, Professor an der Universität in **Brüssel**.

Matsumura Dr. **J.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Tokio**.

Miyoshi, Dr. **Manabu**. Professor an der Universität in **Tokio**.

Oliver, Daniel. Professor der Botanik, Mitglied der Royal Society in **Kew** bei London.

Palladin, Dr. **Wl. J.**, Professor an der Universität in **St. Petersburg**.

Penzig, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Genua**.

Ridley, H. N., M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Singapore**.

Robinson, Dr. **B. L.**, Professor an der Universität und Kurator des Gray-Herbariums in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Rothert, Dr. **Wl.**, früher Professor an der Universität in Odessa, in **Krakau**, Kilinskistraße 1.

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua**.

Stapf, Dr. **Otto**, Keeper of Herbarium and Library in **Kew** bei London.

Trelease, William, Professor an der Universität, Direktor des Missouri Botanical Garden in **St. Louis** (U. S. A.).

Wildeman, Dr. **Em. de**, Professor in **Brüssel**.

Wille, Dr. **J. N. F.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Christiania**.

Willis, John, Chr., M. A., Direktor des Botan. Gartens in **Peradeniya** (Ceylon).

Mitglieder.

Abkanowicz, Erna, in **Wien IX**, Burggasse 29.

Abromeit, Dr. **Johannes**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Tragheimer Kirchenstraße 30.

Allen, Dr. **Charles E.**, Professor of Botany in the University of Wisconsin in **Madison**, Wis. (U. S. A.), 2014 Chamberlain Avenue.

Ambronn, Dr. **H.**, Professor und Direktor des Instituts für Mikroskopie an der Universität in **Jena**, Goethestraße 18.

Anders, Gustav, Lehrer in **Westend** bei Berlin, Akazienallee 29.

Anderson, Dr. **Alexander P.**, 5558 Everett Avenue, American Cereal Co., in **Chicago**, Ill. (U. S. A.).

Andrée, Ad., Apothekenbesitzer in **Hannover**, Schiffgraben 36.

Andres, Heinrich, Lehrer in **Bonn W** (Poppelsdorf) Kirschallee 12.

Andrews, Dr. **Frank. Marion**, Associate Professor of Botany in **Bloomington**, Indiana (U. S. A.), 901 East 10th Street.

Anisits, Daniel, Professor, in **Steglitz** bei Berlin, Zimmermannstr. 2, III.

Appel, Dr. **Otto**, Regierungsrat, Mitglied der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem** - Steglitz bei Berlin.

Arcangeli, Dr. **Giov.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Pisa**, Via S. Maria.

Arnoldi, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaja 52.

Arthur, J. C., Professor der Botanik an der Purdue University in **Lafayette**, Indiana (U. S. A.).

Ascherson, Dr. **Paul**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W**, Bülowstraße 50, pt.

Baccarini, Dr. **Pasquale**, Professor und Direktor des Reale Orto botanico in **Florenz**, Via Lamarmora Nr. 6 bis.

Bachmann, Dr. **E.**, Professor, Konrektor am Realgymnasium in **Plauen** im Vogtlande, Leißnerstr. 1.

Bachmann, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**.

Baesecke, P., Apotheker in **Braunschweig**, Ziermarkt 1.

Ball, Dr. **O. Melville**, Professor der Biologie in **College Station**, Texas (U. S. A.).

Bally, Dr. **Walter**, Assistent am botan. Institut der Universität in **Bonn**.

Bartke, R., Professor an der städtischen Realschule in **Kottbus**, Turnstr. 7, pt.

Baur, Dr. Erwin, Professor, Privatdozent für Botanik, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Berlin NW**, Dorotheenstr. 6.

Beck, Dr. Günther, Ritter von Mannagetta, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 30.

Becker, H., Dr. med. in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

v. Behren, Dr. Friedrich, in **Wilhelmsburg** (Elbe), Veringstr. 30.

Behrens, Dr. Joh., Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Belajeff, Dr. W., Kurator der Volksaufklärung in **Warschau**, Krakauer Vorstadt 28 (Rußland).

Benecke, Dr. W., Professor der Botanik an der Universität in **Bonn**, Botan. Institut.

Berthold, Dr. G., Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts in **Göttingen**.

Bessey, Dr. Ernst A., B. Sc., M. A., Professor of Botany am Michigan Agricultural College in **East Lansing**, Michigan (U. S. A.)

Beyer, R., Professor, Oberlehrer in **Berlin O**, Raupachstr. 13, I.

Bitter, Dr. Georg, Direktor des Botanischen Gartens in **Bremen**.

Blasius, Dr. Wilhelm, Geh. Hofrat, Professor und Direktor des Botanischen Gartens und des Naturhistorischen Museums in **Braunschweig**, Gaußstr. 17.

Bode, Dr., Assistent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N, Seestr. 61, **Hermsdorf** bei Berlin.

Boergesen, Dr. Fr., Bibliothekar am Botanischen Museum in **Kopenhagen**, Östbanegade 7.

Bohlin, Dr. Knut, Lektor, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Stockholm**, Asögatan 79.

Boresch, Karl, Demonstrator am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag III**, Brückengasse 55.

Borzi, A., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Palermo**.

Brand, Dr. Friedrich, in **München**, Liebigstr. 3.

Brandes, W., Medizinalrat, Apotheker in **Hannover**, Maschstr. 3a.

Braungart, Dr. R., Professor in **München**, Fürstenstr. 18, I.

Brendel, R., Fabrikant botanischer Modelle in **Grunewald** bei Berlin, Bismarckallee 37.

Brick, Dr. **C.**, Professor, Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg V**, St. Georgskirchhof 6, I.

Briosi, Dr. **Giovanni**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia** (Italien).

Bruck, Dr. **Werner Friedrich**, Privatdozent in **Gießen**, Neuenbäuen 22.

Brunn, Dr. **Julius**, in **Kiel**, Moltkestr. 61.

Brunnthaler, **Josef**, Konservator am botan. Institut der Universität, Generalsekretär der k. k. Zool.-botan. Gesellschaft in **Wien III**, Stanislausgasse 5.

Bubák, Dr. **Franz**, Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

Bücher, Dr. **Hermann**, Versuchsanstalt für Landeskultur in **Victoria** (Kamerun), z. Z. **Leipzig**, Schwägrichenstr. 19, III.

Bucherer, Dr. **Emil**, in **Basel**, Jurastr. 54.

Buchwald, Dr. **Johannes**, Abteilungsvorsteher an der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin NW 87**, Levetzowstr. 17.

Buder, Dr. **Johannes**, Assistent am bot. Institut der Universität in **Leipzig-Stötteritz**, Wasserturmstr. 8a.

Burchard, Dr. **O.**, Vorstand der Agrikulturbotanischen Versuchsstation und Samenprüfungsanstalt in **Hamburg 24**, Immenhof 15B.

Burgerstein, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik an der Universität in **Wien II I**, Karmeliterplatz 5, III, Tür 17.

Buscalioni, Dr. **Luigi**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (Sizilien).

Büsgen, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Hann.-Münden**, Bismarckstr. 606a.

Busse, Dr. **Walter**, Regierungsrat, Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin, in **Friedenau** bei Berlin, Kaiserallee 65.

Campbell, Dr. **Douglas H.**, Professor der Botanik an der Stanford University in **Palo Alto**, Kalifornien (U. S. A.).

Cavara, Dr. **Fridiano**, Professor der Botanik und Direktor des Reale Orto botanico in **Neapel**.

Čelakovsky, Dr. **Ladislav**, Professor der Botanik an der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Kgl. Weinberge, Villa Gröbe.

Chamberlain, Dr. **Charles**, Associate Professor in Botany, in **Chicago**, Ill. (U. S. A.), University.

Chodat, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf**.

Christensen, **Carl**, mag. scient. in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

Claußen, Dr. **Peter**, Privatdozent in **Berlin NW 7**, Dorotheenstr. 6, I.

Colling, Dr. **J. F.**, in **Konitz**, Westpreußen.

Conwentz, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, in **Berlin-Schöneberg**, Wartburgstr. 54.

Correns, Dr. **Carl E.**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Instituts der Universität in **Münster i. W.**, Schloßgarten.

Cuboni, Dr., Professor, Direktor der Stazione di Patologia vegetale in **Rom**, Via St. Susanna.

Czapek, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik an der k. k. Deutschen Universität in **Prag II**, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, Weinberggasse 3a.

Dalmer, Dr. **Moritz**, Gymnasialoberlehrer in **Tannenfeld** bei Möbdenitz (Sachsen-Altenburg).

Damm, Dr. **Otto**, ordentlicher Lehrer an der höheren Mädchenschule in **Charlottenburg 5**, Windscheidstr. 25.

Darbishire, Dr. **O. V.**, in **Newcastle-upon-Tyne**, Armstrong College, Cavendish Place 32.

Davis, Dr. **Bradley Moore**, Professor in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), 1611 Massachusetts Avenue.

Deleano, Dr. **Nicolas C.**, in **St. Petersburg**, Petersburgskaja Storana Bolschaja Puschkarskaja 28a.

Dengler, Dr., Kgl. Oberförster und Assistent an der botan. Abteilung der Kgl. Forstakademie in **Eberswalde**.

Dennert, Dr. **E.**, Professor, wissenschaftlicher Direktor des Keplerbundes in **Godesberg a. Rhein**, Römerstr. 23.

Detmer, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität in **Jena**, Gartenstr. 2.

Derschau, Dr. **Max von**, in **Auerbach** an der Bergstraße (Hessen).

Diels, Dr. **L.**, Professor der Botanik in **Marburg a. Lahn**, Bismarckstraße 32.

Dietel, Dr. **P.**, Oberlehrer in **Zwickau**, Carolastr. 21.

Dingler, Dr. **Hermann**, Professor der Botanik an der forstlichen Hochschule in **Aschaffenburg** (Bayern).

Dittrich, Dr. **Gustav**, Gymnasialoberlehrer in **Breslau XVI**, Uferzeile 14.

Docters van Leeuwen, Dr. **W.**, in **Samarang** (Java).

Dohrn, Dr. **Reinhard**, Direktor der Zoologischen Station in **Neapel**.

Doposcheg-Uhlâr, **J.**, k. k. Hauptmann a. D. in **München**, Gedonstraße 10, II.

Drude, Dr. **Oskar**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden**, Botanischer Garten.

Duggar, Dr. **M. Benjamin**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Cornell-Universität in **Ithaca**, New York (U. S. A.).

Dusén, Dr. **P.**, in **Berg** bei Vreta Kloster, Östergotland in Schweden, z. Z. p. Adr. Dr. Vestermann in Curitzbo, Estado do Parona (Brasilien).

Duysen, Dr. **Franz**, Assistent an der vegetabilischen Abteilung der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule in **Berlin NW 23**, Altonaer Str. 10.

Eberdt, Dr. **Oskar**, Kustos und Bibliotheksvorstand an der Geologischen Landesanstalt in **Grunewald** bei Berlin, Gillstr. 5.

Engler, Dr. **A.**, Geheimer Oberregierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Engler, Dr. **Victor**, in **München**, Amalienstr. 67, Pflanzenpathologisches Institut der K. Bayr. Forstl. Versuchsanstalt.

Ernst, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik und Direktor des Botanisch-physiologischen Laboratoriums der Universität in **Zürich IV**, Frohburgstraße 70.

Esser, P. **HJ.** (S. V. D.), Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

Esser, Dr. **P.**, Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln a. Rh.**

Ewert, Dr., Professor, Lehrer der Botanik und Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des Pomologischen Instituts in **Proskau** (Oberschlesien).

Faber, Dr. **F. C. von**, Botaniker am Landwirtsch. Departement in **Buitenzorg** (Java), „Abt. Kaffee".

Falkenberg, Dr. **Paul**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Rostock i. M.**

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), Quincy Street 24.

Farmer, **J. B.**, M. A., Professor der Botanik in **London W**, South Park, Gerrards Cross, Bucks.

Fay, **Percy**, cand. rer. nat. in **Berlin**, Botan. Institut, Dorotheenstr. 6.

Fedde, Dr. **Friedrich**, Oberlehrer in **Wilmersdorf** bei Berlin, Weimarsche Straße 3.

Fedtschenko, Boris von. Oberbotaniker am Botanischen Garten in **St. Petersburg.**

Feldbausch, Karl. stud. jur. in **Landau** (Pfalz), Xylanderstr. 1.

Figdor, Dr. W., Professor an der Universität in **Wien III.** Metternichgasse 4.

Fischer, Dr. Alfred. Professor der Botanik in **Basel,** Botanischer Garten.

Fischer, Dr. Ed., Professor der Botanik in **Bern,** Kirchenfeldstr. 14.

Fischer, Dr. Hugo, Privatdozent der Botanik, Vorsteher der bakteriologischen Abteilung an der Agrikulturchemischen Versuchsstation in Berlin, in **Charlottenburg,** Marchstr. 15.

Fischer von Waldheim, Dr. Alexander, Kais. russischer Geheimer Rat, Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des Kaiserlichen Botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

Fitting, Dr. Hans, Professor der Botanik in **Halle a. S.,** Luisenstr. 10, p.

Flahault, Dr. Charles, Professeur de l'Université, Directeur de l'Institut de Botanique in **Montpellier.**

Focke, Dr. W. O., Medizinalrat in **Bremen,** Beim Steinernen Kreuz 5.

Forti, Dr. Achille, in **Verona,** Via St. Eufemia.

Fries, Dr. Rob. E., Privatdozent an der Universität in **Uppsala.**

Fritsch, Dr. Karl, Professor der Botanik und Vorstand des Botanischen Laboratoriums an der Universität in **Graz** (Steiermark), Albertstraße 19.

Fritsch, Dr. E. F., Assistant Professor der Botanik an der Universität London (University College) in **London NW,** Brondesbury, 77 Chatsworth Road.

Fröschel, Dr. Paul, Assistent am Botan. Institut in **Czernowitz.**

Fünfstück, Dr. Moritz, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart,** Ameisenbergstr. 7.

Furlani, Dr. Hans, Professor, k. k. Gymnasiallehrer in **Görz,** Corso Francesco Giuseppe 25.

Fürnrohr, Dr. Heinrich, Hofrat, Vorstand der Botanischen Gesellschaft in **Regensburg.**

Fujii, Dr. K., Professor der Botanik in **Tokio,** Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität.

Fynn, Dr. Enrique, Professor der Chemie an der Universität und Direktor der landwirtschaftlichen Abteilung des Argentinischen Ministeriums in **Buenos Aires,** Granja Blanca, Cangaelo 3270/80 y Laprida.

Gaidukov, N., in **Jena**, Ernst-Häckel-Platz 4.

Gardiner, Walter, M. A., Chane College in **Cambridge** (England), St. Andrews, Hill Road.

Gassner, Dr. **Gustav**, Professor, in **Hamburg 24**, Birkenau 28.

Gatin, Dr. **C. L.**, Préparateur de botanique à la Sorbonne in **Versailles** (Seine et Oise), 13 rue Jacques Boyceau.

Gehrmann, Dr. **K.**, in **Apia** (Samoa).

Geisenheyner, L., Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach**.

Gibson, Dr. **R. J. Harvey**, Professor der Botanik in **Liverpool**, Botanisches Institut, University College.

Giesenhagen, Dr. **Karl**, Professor d. Botanik, Vorstand des botanischen Instituts der Technischen Hochschule in **München**, Schackstr. 2, II.

Giessler, Dr. **Rudolf**, Kustos am Bot. Institut in **Leipzig**, Sidonienstr. 19.

Gilg, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität, Kustos am Botan. Museum in **Steglitz** bei Berlin, Arndtstr. 33.

Gjurašin, Dr. **Stjepan**, Prof. a. Mädchenlyzeum in **Agram** (Kroatien), Pantoviac 80.

Glück, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Brückenstr. 18, I.

Gobi, Dr. **Chr.**, Exzellenz, Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg**, Wassilii Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.

Goebel, Dr. **K. von**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts in **München**, Luisenstr. 27, II.

Goethart, Dr. **J. W. Chr.**, Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.

Goodale, Dr. **George Lincoln**, Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Graebner, Dr. **P.**, Professor, Kustos am Botanischen Garten in Dahlem, in **Groß-Lichterfelde-West** bei Berlin, Viktoriastr. 8.

Grafe, Dr. **Victor**, Dozent der Botanik an der Universität in **Wien VIII**, Hamerlingplatz 9.

Gran, Dr. **H.**, Professor der Botanik an der Universität in **Christiania**, Botanisches Institut.

Grosser, Dr. **Wilhelm**, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau X**, Matthiasplatz 1.

Grüß, Dr. **J.**, Professor, Oberlehrer in **Friedrichshagen** bei Berlin, Königstr. 5.

Grün, Carl, Assistent am Laboratorium für allgemeine Botanik an der Universität in **Zürich III**, Zeughausstr. 1.

Gürke, Dr. **M.**, Professor, Kustos am botan. Museum in Dahlem, Herausgeber der Monatsschrift für Kakteenkunde, in **Steglitz** bei Berlin, Rothenburgstr. 30, II.

Gürtler, Dr. **Friedrich**, in **Lankwitz** bei **Berlin**, Lusenstr. 3a.

Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von**, Privatdozent für allgemeine Botanik, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Berlin**, Dorotheenstr. 6.

Gwynne-Vaughan, **D. J.**, M. A., Professor der Botanik an der Universität in **Belfast**, Irland.

Haacke, Dr. **Otto**, Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.**, Streits Berg.

Haase, **Gertrud**, Frau verw. Dr. med. in **Dresden-A.**, Eisenstuckstr. 28.

Haberlandt, Dr. **G.**, Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts in **Berlin**, Dorotheenstr. 6.

Hagen, Dr. **J.**, Bezirksarzt in **Trondhjem** (Norwegen)

Hallier, Dr. **Hans**, in **Hamburg 24**, Hohenfelder Straße 17, I.

Hämmerle, Dr. **J.**, Oberlehrer an der höheren Staatsschule in Döse bei Cuxhaven, in **Cuxhaven**, Marienstr. 29, I.

Hanausek, Dr. **T. F.**, k. k. Regierungsrat, Professor in **Krems** an der Donau, Tägl. Markt 5.

Hannig, Dr. **E.**, Prof. der Botanik, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Straßburg i. E.**, Botanisches Institut.

Hanselmann, **E.**, stud. rer. nat., Assistent am Bot. physiol. Laboratorium d. Universität in **Zürich IV**, Leonhardstr. 19.

Hansen, Dr. **Adolf**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens in **Gießen**.

Hansteen, Dr. **B.**, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Aas** bei Christiania (Norwegen).

Harder, Dr. **Richard**, Assistent am Bot. Institut der Universität in **Freiburg i. B.**

Harms, Dr. **H.**, Professor, wissenschaftlicher Beamter der königlichen Akademie der Wissenschaften, in **Friedenau** bei Berlin, Ringstraße 44.

Harper, **R. A.**, Professor an der Universität in **Madison**, Wis. (U. S. A.), 423 N. Carroll Street.

Harster, **Richard**, Assistent am Botan. Institut der Technischen Hochschule in **München**.

Hartmann, Dr. **Max**, Professor, Privatdozent der Zoologie an der Universität Berlin in **Halensee**, Kronprinzendamm 10.

Hartwich, Dr. **C.**, Professor der Pharmakognosie am Polytechnikum in **Zürich**, Freie Straße 76.

Haupt, Dr. **Hugo**, in **Bautzen**, Muettigstr. 35.

Hausrath, Dr. **Hans**, Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe**, Kaiserstr. 12.

Hecke, Dr. **Ludwig**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Heering, Dr. **W.**, in **Altona**, Alsenstr. 3, IV.

Hegi, Dr. **Gustav**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **München**, Marsstr. 8, III.

Heiden, Dr. **H.**, in **Rostock**, Prinz-Friedrich-Karl-Straße 2.

Heilbronn, Dr. **Alfred**, in **Monaco**, Ozeanographisches Institut.

Heinricher, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Universität in **Innsbruck**.

Heinsius, Dr. **H. W.**, in **Amsterdam**, Vondelkerkstraat 10.

Hergt, **B.**, Professor in **Weimar**, Cranachstr. 8.

Hering, Dr. **Georg**, Lehrer an der Oberrealschule in **Chemnitz** (Sa.), Kanzlerstr. 11, II.

Herpell, **Gustav**, Rentner in **St. Goar**.

Herrmann, **E.**, Königl. Regierungs- und Forstrat in **Langfuhr** bei Danzig, Kastanienweg 8.

Hesse, Dr. **Rud.**, Kgl. Ökonomierat, Direktor der landwirtschaftlichen Winterschule in **Marburg i. H.**, Barfüßertor 26.

Hesselmann, Dr. **H.**, Dozent an der Universität in **Stockholm**, Högskola.

Heukels, **H.**, Lehrer an der Realschule in **Amsterdam**, Weesperzijde 81.

Heydrich, **F.**, Rentner in **Wiesbaden**, Lortzingstr. 4.

Hieronymus, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Grunewaldstr. 27.

Hildebrand, Dr. **F.**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik in **Freiburg** in Baden, Karlstr. 65.

Hill, **A. W.**, M. A., Assistant-Director an Royal. Botanic. Gardens in **Kew**, Branstone Road 4.

Hill, **T. G.**, A. R. C. S., Assistant-Professor of Botany in **London WC**, University College.

Hillmann, Dr. **P.**, Geschäftsführer der Saatzuchtstelle der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in **Berlin SW 11**, Dessauer Straße 14

Hiltner, Dr., Regierungsrat, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsanstalt **München-Schwabing**, Osterwaldstraße 9.

Hinneberg, Dr. **P.**, in **Altona-Ottensen**, Flottbeker Chaussee 29.

Hinze, Dr. **G.**, in **Zerbst**, Markt 15.

Höck, Dr. **Fernando**, Professor am Realgymnasium in **Perleberg**, Wittenberger Straße 15.

Hoffmann, Dr. **Ferd.**, Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spandauer Straße 6.

Hoffmeister, Dr. **Camill**, Leiter der Versuchsstation für Flachsindustrie in **Trautenau**.

Höhnel, Dr. **Fr.**, Hofrat, Ritter **von**, Professor an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, Karlsplatz 13.

Höstermann, Dr. **G.**, Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung und Lehrer an der K. Gärtner-Lehranstalt zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Südendstr. 12.

Hollrung, Dr. **M.**, Professor, Lektor für Pflanzenpathologie an der Universität in **Halle a. S.**, Wettiner Str. 7.

Holtermann, Dr. **Carl**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin NW**, Dorotheenstr. 6.

Horn, Paul, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).

Houtermans, Elsa, in **Wien I**, Börseplatz 6.

Hunger, Dr. **F. W. T.**, Direktor der Algemeen Proefstation, **Salatiga** (Java), z. Zt. Adr. Poste restante, Amsterdam.

Iltis, Dr. **Hugo**, in **Brünn**, Schmerlinggasse 28.

Issatschenko, Boris, Privatdozent der Botanik an der Universität Vorsteher der Samenprüfungsstation in **St. Petersburg**, Kaiserl. Botanischer Garten.

Istvánffi, Dr. **Gyula von (Schaarschmid, J.)**, Direktor der Ungarischen Ampelologischen Zentralanstalt, in **Budapest II**, Törökvész, Debröi út 15.

Iwanowski, Dr. **Dimitri**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Warschau**, Nowogrodzkastr. 60.

Jaap, O., Lehrer in **Hamburg 25**, Burggarten 1a.

Jaccard, Dr. **Paul**, Professor d. Botanik am Eidgen. Polytechnikum in **Zürich**, Konkordiastr. 12.

Jahn, Dr. **Eduard**, Oberlehrer in **Charlottenburg 5**, Witzlebenstr. 41.

Janzen, Nikolaus, stud. phil. in **Zürich IV**, Kinkelstr. 70.

Jenčič, Dr. **Alois**, in **Wien VIII**, Stolzenthaler Gasse 4.

Jensen, Hjalmar, in **Buitenzorg** auf Java, 's Lands Plantentuin.

Johannssen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen**, Botanischer Garten, Gothersgade 140.

Johnson, Dr. **T.**, F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin**.

Jongmans, Dr. **Wilhelm**, Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Holland), Breetstraat 137.

Jönsson, Dr. **Bengt**, Professor der Botanik und Direktor des Morphologisch-biologischen Museums in **Lund** (Schweden).

Jost, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik in **Straßburg i. E.**, Botan. Institut der Universität.

Junk, **W.**, in **Charlottenburg**, Kurfürstendamm 201.

Kabát, **Jos. Em.**, emeritierter Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen).

Kamerling, Dr. **Z.**, in **Weltevreden** bei Batavia (Java).

Karsten, Dr. **George**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Halle a. S.**, Botan. Institut.

Katić, Dr. **Danilo**, Professor am III. Gymnasium in **Belgrad** (Serbien).

Kegel, Dr. **Werner**, in **Bremen**, Braunschweiger Straße 5.

Keller, Dr. **Robert**, Rektor in **Winterthur**, Trollstr. 32.

Kienitz-Gerloff, Dr. **F.**, Professor, Direktor der Landwirtschaftsschule in **Weilburg**, Reg.-Bez. Wiesbaden.

Kirchner, Dr. **O. von**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Hohenheim** bei Stuttgart.

Klebahn, Dr. **H.**, Professor, in **Hamburg 30**, Curschmannstr. 27.

Klebs, Dr. **Georg**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Heidelberg**.

Klein, Dr. **Edmund**, Professor in **Luxemburg**, Äußerer Ring 20.

Klein, Dr. **Jul.**, Professor der Botanik am K. ungar. Josephs-Polytechnikum in **Budapest I**, Polytechnikum.

Klein, Dr. **Ludwig**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2 (Botanisches Institut).

Klemt, Dr. **F.**, in **Berlin C 2**, Spandauer Brücke 13.

Kneucker, **A.**, Redakteur der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe** in Baden, Werderplatz 48.

Kniep, Dr. **Hans**, Privatdozent in **Freiburg i. B.**, Botan. Institut der Universität und Erwinstr. 23.

Knischewsky, Dr. **Olga**, in **Charlottenburg 5**, Suarezstr. 17.

Knoll, Dr. **F.**, Assistent (Botaniker) an der k. k. allgem. Untersuchungsanstalt für Lebensmittel in **Graz**, Universitätsstr. 6.

Knuth, Dr. **Reinhard**, Oberlehrer in **Wilmersdorf** bei Berlin, Wilhelmsaue 12, IV.

Kny, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik, Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität und des Botanischen Instituts der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, **Wilmersdorf**-Berlin, Kaiserallee 186/187.

Koch. Dr. **Alfred.** Professor, Direktor des Landwirtschaftlich-bakteriologischen Instituts an der Universität Göttingen. Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen.** Schildweg 13.

Koch. Dr. **L.,** Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg.** Sophienstr. 25.

Koehne, Dr. **E.,** Professor in **Friedenau** bei Berlin, Wiesbadener Straße 22, II.

Kolkwitz. Dr. **Richard.** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, in **Steglitz** bei Berlin, Rothenburgstr. 30.

Koernicke. Dr. **Max,** Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Akademie in Poppelsdorf und der Universität in **Bonn,** Bonner Talweg 45.

Koriba. Dr. **K.,** in **Tokio.** Botan. Institut der Universität.

Kornauth. Dr., Regierungsrat, Vorstand der k. k. Landwirtschaftlich-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in **Wien II/I,** Trummerstr. 1.

Korschelt. Dr. **P.,** Oberlehrer am Königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.,** Königsstr. 21.

Kränzlin. Dr. **F.,** Professor in **Berlin C.** Klosterstr. 73.

Krasser, Dr. **Fridolin.** Professor der Botanik an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in **Prag,** Hußgasse 5.

Kraus. Dr. **C.,** Geh. Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **München,** Luisenstr. 24, II.

Kraus. Dr. **Gregor.** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Würzburg.** Klinikstr. 12.

Krause. Dr. **Kurt.** Assistent am Königl. Botanischen Museum in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Kroemer. Dr. **Karl.** Professor, Vorstand der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

Krüger. Dr. **Friedrich.** Professor, ständiger Mitarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt zu Dahlem, in **Groß-Lichterfelde-Ost** bei Berlin, Hohrechtstr. 36.

Krull. Rudolph. Apotheker in **Breslau.** Rosenthaler Straße 45.

Kuckuck. Dr. **Paul,** Professor, Kustos für Botanik an der Biologischen Anstalt auf **Helgoland.**

Kumm. Dr., Professor, Direktor des Westpreußischen Provinzial-Museums in **Danzig.** Langemarkt 24.

Kurtz, Dr. **Fritz**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

Küster, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik, Herausgeber der „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie", Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut in **Kiel**, Bartelsallee 7.

Lafar, Dr. **Franz**, Professor der Gärungsphysiologie und Bakteriologie an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, 1, Karlsplatz 13.

La Garde, **Roland**, stud. phil. in **Smichow** bei Prag 197, Kreuzherrengasse 7.

Lagerheim, Dr. **G. von**, Mitglied der Kgl. schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm N**, Stockholms Högskola.

Laibach, Dr. **Fr.**, in **Limburg a. L.**

Lakon, Dr. **G.**, Assistent am Botan. Institut der Kgl. Forstakademie in **Tharandt i. S.**

Lakowitz, Dr. **C.**, Professor, Oberlehrer in **Danzig**, Frauengasse 26.

Landé, **Max**, Verlagsbuchhändler in **Berlin NW 23**, Händelstraße 3.

Laubert, Dr. **R.**, Botaniker an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Zehlendorf** (Wannseebahn) bei Berlin, Elfriedenstr. 5.

Lauterbach, Dr. **C.**, Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

Lebedeff, **A. F.**, Magistrant der Agronomie, Assistent am agrikulturchemischen Laboratorium d. Kaiserl. neurussischen Universität in **Odessa**.

Lehmann, Dr. **Ernst**, Privatdozent und Assistent am Botan. Institut der Universität in **Kiel**, Waitzstr. 27 I.

Leisering, Dr. **Bruno**, in **Berlin SO 26**, Kottbuser Straße 8.

Lemcke, Dr. **Alfred**, Vorsteher der Pflanzenschutzstelle der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen in **Königsberg i. Pr.**, Lange Reihe 3.

Lemmermann, Dr. **E.**, Assistent für Botanik am Städtischen Museum für Natur-, Völker- und Landeskunde in **Bremen**, Celler Straße 41.

Lepeschkin, Dr. **Wlad.**, Professor der Botanik an der Universität in **Kasan**, Botan. Laboratorium d. Universität, Universitätsstr. 20.

Leschnitzer, Dr. **O.**, Apothekenbesitzer in **Posen**, Wilhelmplatz 13.

Lidforss, Dr. **Bengt**, Professor an der Universität in **Uppsala** (Schweden).

Liebenberg, Dr. **Ad. Ritter von**, Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 24.

Lindau, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am botanischen Museum zu Dahlem, in **Groß-Lichterfelde** bei Berlin, Moltkestraße 3.

Lindner, Dr. **Paul**, Professor in **Berlin N 65**, Seestraße 4, Institut für Gärungsgewerbe.

Linhart, Dr. **Georg**, Kgl. Rat, Professor an der Ungarischen Landwirtschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg** (Magyar Óvar).

Linsbauer, Dr. **Karl**, Professor an der Universität in **Czernowitz** (Bukowina).

Lloyd, **L. G.**, The Lloyd Library, **Cincinnati**, O. (U. S. A.), 309 West Court Street.

Loesener, Dr. **Th.**, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Humboldtstr. 28.

Lorch, Dr. **W.**, Oberlehrer in **Schöneberg** bei Berlin, Hähnelstr. 4.

Lopriore, Dr. **Giuseppe**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor der Regia Stazione Sperimentale Agraria zu Modena, Herausgeber der „Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane" in **Modena**.

Ludwig, Dr. **Alfred**, Oberlehrer in **Forbach** (Lothr.), Schloßbergstr. 11.

Luerssen, Dr. **Chr.**, Geh. Reg.-Rat, Professor in **Danzig**-Langfuhr, Bahnhofstr. 4.

Luxburg, Dr. **Hermann**, **Graf zu**, in **Stettin**, Moltkestraße 12.

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.**, Professor, Expert im Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture. Adr. für Postsendungen: Cosmos Club, **Washington**, D. C. (U. S. A.)

Mac-Leod, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Gent** (Belgien).

Magnus, Dr. **P.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W**, Blumes Hof 15.

Magnus, Dr. **Werner**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität und am Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W**, Friedrich-Wilhelm-Straße 26.

Mágocsy-Dietz, Dr. **Sándor**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Bot. Gartens in **Budapest VIII**, Illésu 25.

Maire, Dr. **R.**, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université in **Caën**, 127 rue Basse.

Marloth, Dr. **Rudolf**, in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

Matthiesen, Dr. **R.**, Redakteur des Tropenpflanzer in **Berlin**, Unter den Linden 43. Kol. wirtsch. Komitee.

Mattirolo, Dr. **O.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Turin**, Valentino.

Mäule, Dr. **C.**, Professor am Gymnasium in **Cannstatt-Stuttgart**, Ludwigstraße 17.

Maurizio, Dr. **A.**, Professor am Polytechnikum in **Lemberg**.

Menzel, Dr. **Paul**, Sanitätsrat in **Dresden**, Mathildenstr. 46, I.

Meyer, Dr. **Arthur**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Marburg a. L.** (Botanisches Institut).

Mez, Dr. **C.**, Professor der Botanik in **Königsberg i. Pr.**, Botanisches Institut.

Michel, Dr. **Ernst**, in **Eilenburg**.

Miehe, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität in **Leipzig**, Marienstr. 6, II.

Migula, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Forstlehranstalt in **Eisenach**, Sophienstr. 7.

Mikosch, Dr. **C.**, Professor an der Technischen Hochschule in **Brünn**.

Mildbraed, Dr. **K.**, Assistent am Botanischen Museum in **Dahlem-Steglitz** bei Berlin.

Miliarakis, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Athen**, Rue Didot 12 A.

Minders, Dr. **F.**, in **Mainz**, Leibnizstr. 25, II.

Miyake, Dr. **Kiichi**, Botan. Institut d. Agricultur College d. Universitat in **Tokio**, Japan.

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der Universität zu **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Möbius, Dr. **M.**, Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **Frankfurt a. M.**, Königsteiner Str. 52.

Möller, Dr. **Alfred**, Professor, Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie in **Eberswalde**.

Moeller, Dr. **Herm.**, Professor der Botanik in **Greifswald**, Roonstr. 36.

Moewes, Dr. **Franz** in **Berlin SW 47**, Hornstr. 19.

Molisch, Dr. **Hans**, wirkl. Mitglied der Kais. Wiener Akademie der Wissenschaft, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts an der Universität in **Wien VIII**, Zeltgasse 2.

Mrazek, **August**, stud. phil. in **Prag III**, Wendische Gasse Nr. 46.

Mücke, Dr. **Manfred**, in **Erfurt**, Wilhelmstraße 36, I.

Müller, Dr. **H. C.**, Professor, Direktor der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen in **Halle a. S.**, Karlstraße 10.

Müller, Dr. **Julius**, in **Ziegenhals O.-S.**, Promenadenstraße. „Zur Sonnenblume".

Müller, Dr. **Karl**, Assistent an der Großherzogl. bad. landw. Versuchsanstalt in **Augustenberg** bei Durlach, Baden.

Müller, Dr. **Otto**, Professor in **Charlottenburg 2**, Goethestraße 1.

Müller, Dr. **Rudolf**, Professor für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

Müller-Thurgau, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor der Deutsch-schweizerischen Versuchsstation für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädenswil** bei Zürich.

Murinoff, Alexander, Assistent am Agronomischen Laboratorium der Universität in **St. Petersburg**, Fontanka 162.

Muschler, Dr., Assistent am Botan. Museum in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Muth, Dr. **F.**, in **Oppenheim a. Rh.**

Nabokich, Dr. **A. J.**, Professor an der Universität in **Odessa** (Rußland), Agronomisches Laboratorium.

Nahmacher, Dr., Oberlehrer in **Spandau**, Brüderstr. 6, I.

Nathansohn, Dr. **Alexander**, Professor der Botanik an der Universität in **Leipzig**, Weststraße 89.

Naumann, Dr. **Arno**, Professor, Dozent für Botanik an der Tierärztlichen Hochschule, Assistent am Kgl. Botanischen Garten und Lehrer für Botanik an der Gartenbauschule in **Dresden-A.**, Borsbergstr. 26, I.

Neger, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Tharandt**, Sachsen.

Němec, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der böhmischen Universität in **Prag V**, Slupy 433.

Nestler, Dr. **A.**, Professor der Botanik, k. k. Oberinspektor der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der deutschen Universität in **Prag II**, Sluper Gründe.

Neumann, Dr. **M. P.**, Vorstand der chemischen Abteilung der Versuchsanstalt für Getreideverwertung in **Berlin N 65**, Seestraße 4a.

Nevinny, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck**, k. k. Pharmakol. Institut.

Niedenzu, Dr. **F.**, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreußen).

Niemann, Gustav, Mittelschullehrer in **Magdeburg-B.**, Basedowstraße 11.

Nienburg, Dr. **Wilhelm**, in **Friedenau** bei Berlin, Odenwaldstraße 22.

Nilsson, Professor in **Svalöf** (Schweden).

Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, Dozent an der Universität Lund, in **Svalöf** (Schwed.).

Nordstedt, Dr. **O.**, Professor in **Lund**, Kraftstorg 10

Nordhausen, Dr. **Max**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Kiel**, Botanisches Institut, Feldstraße 77, II.

Oliver, Francis Wall, Professor der Botanik an dem University College in **London**, 2 the Vale, Chelsea, S. W.

Oltmanns, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik, Direktor der Botanischen Anstalten, Redakteur der „Zeitschrift für Botanik", in **Freiburg i. B.**, Jakobistraße 23.

Orth, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrat, Professor und Direktor des Agronomisch-pedologischen Institutes der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W**, Zietenstraße 6b.

Ostenfeld, Dr. **C. H.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen O**, Sortedams Dossering 63 A.

Osterwald, Carl, Professor am Lessinggymnasium in **Berlin NW 52**, Spenerstraße 35.

Oven, Dr. **E. von**, in **Charlottenburg**, Uhlandstr. 185/186.

Overton, Dr. **J. B.**, Professor am Botanical Department der Universität von Wisconsin in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), Science Building.

Paeckelmann, Wolfgang, Oberlehrer am Gymnasium zu Barmen, in **Elberfeld**, Brüningstr. 16.

Palla, Dr. **Eduard**, Professor an der Universität in **Graz**, Schubertstraße 51, Botanisches Institut.

Pammel, L. H., Ph. D., Professor der Botanik an dem Jowa College of Agriculture in **Ames**, Jowa (U. S. A.).

Pantanelli, Dr. **Enrico**, Privatdozent der Pflanzenphysiologie an der Universität und Assistent an der Stazione di Patologia vegetale in **Rom**, Via St. Susanna 1.

Paul, Dr. **Hermann**, Assessor der Kgl. Bayerischen Moorkulturanstalt in **München**, Kellerstr. 22a.

Pax, Dr. **Ferdinand**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Breslau IX**, Göppertstr. 2.

Pazschke, Dr. **O.**, in **Dresden-N.**, Forststr. 29, I.

Peirce, Dr. **George James**, Associate Professor of Plant Physiology an der **Stanford University**, Kalifornien (U. S. A.).

Peklo, Dr. **O. Jaroslav**, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der böhmischen Universität in **Prag**.

Perkins, Frl. Dr. **Janet**, in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin, Königin-Luise-Straße 6—8. Botanisches Museum.

Peter, Dr. **A.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Göttingen**, Wilhelm-Weber-Str. 2.

Peters, Dr. **Leo**, Ständiger Mitarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Schloßstraße 41.

Pfeffer, Dr. **W.**, Geh. Rat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts und Botan. Gartens in **Leipzig**.

Philipps, **W. Reginald**, M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

Pietsch, **Wilh.**, cand. phil., Assistent der pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Kgl. Gärtnerlehranstalt zu **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Pilger, Dr. **R.**, Kustos am Botan. Garten, Privatdozent a. d. Universität und Dozent für Botanik an der Techn. Hochschule zu Charlottenburg, in **Steglitz** bei Berlin, Ahornstr. 25.

Pirotta, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Rom**, Via Panisperna 89 B.

Polowzow, Fr. **Warwara von**, in **Odessa**, Botan. Laborat.

Pomorski, **J.**, Professor der Agrikulturchemie, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Dublany** bei Lemberg.

Porsch, Dr. **Otto**, Privatdozent, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Wien III**, Botanischer Garten, Rennweg 14.

Portheim, **Leopold**, **Ritter von**, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt in **Wien I**, Opernring 3.

Potonié, Dr. **H.**, Professor, Landesgeologe, Redakteur der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" in **Groß-Lichterfelde-West** bei Berlin, Potsdamer Straße 37.

Potter, **M. C.**, M. A., Professor der Botanik am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne**, 14 Highbury, West Jesmond.

Poulsen, Dr. **Viggo A.**, Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen V**, Rosenvængets hovedvej 29.

Prein, Dr. **Rudolf**, Apotheker in **Elberfeld**, Elisenstraße 28.

Preuß, **Hans**, Lehrer in **Danzig**, Gartengasse 1, z. Z. **Königsberg i. Pr.**, Heidemannstraße 19a, I.

Pringsheim, Dr. **Ernst**, in **Halle a. S.**, Tiergartenstr. 10.

Pritzel, Dr. **Ernst**, Oberlehrer am Gymnasium in **Groß-Lichterfelde-West** bei Berlin, Hans-Sachs-Straße 4.

Puriewitsch, Dr. **Konstantin**, Professor der Botanik an der Universität in **Kiew**, Botanisches Institut, Reiterska 28.

Quelle, Dr. **F.**, in **Nieder-Schönhausen** bei Berlin, Blücherstr. 24.

Raatz, Dr. **Wilhelm**, Botaniker an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei Magdeburg.

Raciborski, Dr. **M. von**, Professor der Botanik an der Universität in **Lemberg** (Österreich), Universitätsgebäude, Biologisch-botanisches Institut.

Radlkofer, Dr. **L.**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München**, Sonnenstraße 7, I.

Rehder, **Alfred**, Assistent am Arnold-Arboretum in **Jamaica Plain**, Mass. (U. S. A.), 62 Orchard Str.

Rehsteiner, Dr. **Hugo**, Apotheker in **St. Gallen**.

Reiche, Dr. **Carlos**, Chef der botanischen Sektion des Museo Nacional in **Santiago** (Chile), cas. 2105.

Reinhardt, Dr. **M. Otto**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin W 50**, Ansbacher Straße 40.

Reinitzer, **Friedrich**, Professor an der Technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

Reinke, Dr. **Joh.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Kiel**, Düsternbrook 17.

Reinsch, Dr. **P. F.**, Professor in **Erlangen**.

Reitler, Dr. **Josef**, in **Hamm**, Post **Conz** (Rheinland).

Remer, Dr. **Wilhelm**, in **Dresden-A.**, Herderstraße 4.

Renner, Dr. **Otto**, Kustos am K. Pflanzenphysiologischen Institut in **München**.

Reuber, **A.**, stud. rer. nat. in **Freiburg i. B.**, Botan. Institut der Universität.

Richter, **Emil**, in **Loschwitz** bei Dresden, Robert-Dietz-Straße 9.

Richter, Dr. **Oswald**, Privatdozent für Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Adjunkt am k. k. pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Wien XVIII**, Hofstattgasse 15.

Richter, Dr. **P.**, Professor an der Paul-Gerhardt-Schule in **Lübben** in der Lausitz.

Richter, **Paul**, Oberlehrer in **Leipzig**, Talstraße 12b.

Riehm, Dr. **Eduard**, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Groß-Lichterfelde** bei Berlin, Ringstraße 8.

Rikli, Dr. **Martin**, Professor, Dozent und Konservator der botanischen Sammlungen am Eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich II**, Brandschenkesteig 12.

Rimbach, Dr. **A.**, Professor der Botanik am Instituto de Agronomía in **Montevideo** (Uruguay).

Robertson, **A. R.**, Lecturer in Botany an der Universität in **St. Andrews**, Schottland.

Rodewald, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor des Landwirtschaftlichen Instituts in **Kiel**, Bartelsallee 20.

Rompel, Dr. **Josef**, S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosen, Dr. **Felix**, Professor der Botanik an der Universität in **Breslau XVI**, Tiergartenstr. 30.

Rosenberg, Dr. **O.**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Stockholm**, Tegnérlunden 4.

Roshardt, Dr. **P. A.**, Gymnasiallehrer in **Stans** (Schweiz).

Ross, Dr. **H.**, Konservator am Botanischen Museum in **München**, Richard-Wagner-Straße 18, IV.

Rößler, Dr. **Wilhelm**, Prof., Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spreestraße 15, IV.

Roth, Dr. **Ernst**, Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. S.**, Hohenzollernstraße 13.

Roth, Dr. **Franz**, in **Opladen**, Aloysianum.

Rothert, Dr. **Wladislaw**, früher Professor der Botanik an der Universität Odessa, in **Krakau**, Kilinskistraße 1.

Rübel, Dr. **E.**, in **Zürich V**, Höschgasse 29.

Rudolph, Dr. **Karl**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II**, Sokolstr. 23.

Ruhland, Dr. **W.**, Privatdozent der Botanik an der Universität und ständiger Mitarbeiter an der Kais. biol. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Berlin W 30**, Gossowstraße 9.

Ruttner, Dr. **Franz**, Assistent an der Biologischen Station in **Lunz** (Nieder-Österreich).

Rywosch, Dr. **S.**, in **Dorpat**, Johannisstraße 16.

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua**.

Saida, Dr. **Kotaro**, Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

Saito, Dr. **K.**, in **Tokio**, z. Zt. Botan. Labor. des Instituts für Gärungsgewerbe in **Berlin**, Seestraße 6.

Saupe, Dr. **A.**, in **Dresden**, Kyffhäuserstraße 17.

Schander, Dr. **R.**, Vorstand der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg**.

Schellenberg, Gustav, Kustos am Botanischen Museum in **Zürich II,** Stöckerstraße 54, III.

Schellenberg, Dr. **H. C.,** Professor in **Zürich V,** Hofstraße 40.

Schenck, Dr. **Heinrich,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Darmstadt,** Nikolaiweg 6.

Scherffel, Aladár, in **Igló,** Zips, Ober-Ungarn.

Schikorra, Dr. **Georg,** Assistent am städtischen Untersuchungsamt für hygienische und gewerbliche Zwecke in **Berlin O,** Weidenweg 81.

Schikorra, Dr. **W.,** Assistent an der Kgl. Gärtnerlehranstalt in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Schiller, Dr. **Jos.,** Assistent an der k. k. Zoologischen Station in **Triest.**

Schilling, Dr. **Aug. Jg.,** Oberlehrer, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **Darmstadt,** Roßdörferstr. 74, II.

Schinz, Dr. **Hans,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums der Universität in **Zürich V,** Seefeldstraße 12.

Schlechter, Dr. **Rudolf,** in **Berlin-Schöneberg,** Neue Culmstr. 5a.

Schlicke, Dr. **A.,** in **Nieder-Schöneweide** bei Berlin, Berliner Str. 23.

Schlumberger, Dr. **O.,** Assistent an der Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin.

Schmidle, W., Professor, Direktor der Oberrealschule in **Konstanz i. B.,** Villa Hansagarten.

Schneider, Dr. **J. M.,** in **Altstaetten,** Kt. St. Gallen, Schweiz.

Schneider-Orelli, Dr. **Otto,** Assistent an der Pflanzenphysiologischen und -pathologischen Abteilung der Schweizer Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädenswil,** Schweiz.

Schober, Dr. **Alfred,** Professor, Schulrat für das höhere Schulwesen in **Hamburg 23,** Richardstraße 86.

Schönau, Dr. **Carl von,** in **München,** St.-Anna-Platz 9, II.

Schönland, Dr. **S.,** Curator of the Albany Museum in **Grahamstown,** Südafrika (Kapkolonie).

Schorler, Dr. **Bernhard,** Oberlehrer und Kustos des Herbariums der Technischen Hochschule in **Dresden-A.,** Krenkelstraße 34.

Schottländer, Dr. **Paul,** Rittergutsbesitzer in **Wessig** bei Klettendorf.

Schrenk, Hermann von, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis,** Mo. (U. S. A.).

Schröder, Dr. **Bruno,** Lehrer in **Breslau,** Sadowastraße 88, II.

Schröder, Dr. **Henry,** Privatdozent an der Universität in **Bonn a. Rh.,** Botanisches Institut der Universität.

Schrodt, Dr. **Jul.,** Professor, Direktor der VII. Realschule in **Berlin SO 26,** Mariannenstraße 47, II.

Schröter, Dr. **C.**, Professor der Botanik am Polytechnikum in Zürich. **Hottingen-Zürich**, Merkurstraße 70.

Schube, Dr. **Theodor**, Professor, Oberlehrer in **Breslau VIII**, Forckenbeckstraße 10.

Schultz, Richard, Oberlehrer in **Sommerfeld**, Reg.-Bez. Frankfurt a. O., Pförtner Straße 13.

Schulz, Dr. **A.**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Halle a. S.**, Albrechtstraße 10.

Schulze, Max, in **Jena**, Marienstraße 3.

Schuster, Dr. **Julius**, in **München**, Hildegardstraße 8.

Schuster, Dr. **Walther**, in **Frankfurt a. M.**, Miquelstr. 12.

Schütt, Dr. **Franz**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Greifswald**.

Schwarz, Dr. **Frank**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**, Neue Schweizer Straße 21.

Schwede, Dr. **Rudolf**, Assistent am Botanischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule in **Dresden-A.**, Gutzkowstr. 28.

Schweider, Jos. H., Professor in **Lundenburg** (Mähren), Franz-Josef-Straße 5.

Schweinfurth, Dr. **Georg**, Professor in **Berlin-Schöneberg**, Kaiser-Friedrich-Straße 8.

Schwendener, Dr. **S.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10**, Matthäikirchstraße 28.

Schwerin, Fritz, Graf von, Präsident der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft in **Wendisch-Wilmersdorf**.

Seckt, Dr. **Hans**, Profesor del Instituto Nacional del Profesorado Secundario in **Buenos Aires** (Argentinien), Belgrano, Mendoza 2977.

Seeger, Rudolf, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Innsbruck**.

Seeländer, Dr. **Karl**, in **Charlottenburg**, Salzufer 17.

Semadeni, Dr. **F. O.**, in **Chur** (Schweiz), Handelsschule.

Senn, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Basel**, Schützengraben 5.

Sernander, Dr. **Rutger**, Professor der Botanik in **Uppsala**.

Seydel, Dr., **Richard**, in **Hildesheim**, Zingel 34.

Shibata, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Universität in **Sapporo** (Japan), Botanisches Institut der Universität, z. Zt. Leipzig, Botanisches Institut.

Shull, Dr. **Geo. H.**, Leiter der botanischen Arbeiten an der Station für experimentelle Entwickelungslehre, Carnegie Institution of Washington, Cold Spring Harbour, **Long Island**, N. Y. (U. S. A.).

Simon, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer in **Frankfurt a. M.**, Günthersburgallee 79.

Simon, Dr. **Joseph**, 1. Assistent am K. Botan. Garten in **Dresden.**

Simon, Dr. **Siegfried**, Privatdozent für Botanik in **Göttingen**, Pflanzenphysiol. Institut der Universität, Goßlarstr. 3.

Singer, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Staats-Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

Snell, Dr. **Karl**, Assistent am Botan. Institut der Landwirtsch. Akademie in **Bonn-Poppelsdorf.**

Solereder, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Erlangen**, Botan. Garten.

Solms Laubach, Dr. **H. Graf zu**, Professor der Botanik an der Universität, Redakteur der „Zeitschrift für Botanik" in **Straßburg i. Els.**, Botanischer Garten.

Sonder, Dr. **Chr.**, in **Oldesloe** (Holstein).

Sonntag, Dr. **P.**, Professor, Oberlehrer an der Oberrealschule St. Petri und Pauli, in **Saspe-Neufahrwasser** bei Danzig, Villa Mövenblick.

Sorauer, Dr. **Paul**, Geh. Reg.-Rat, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Redakteur der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten", in **Berlin-Schöneberg**, Martin-Luther-Str. 50.

Spieckermann, Dr. **A.**, Vorsteher der Bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation in **Münster i. W.**, Plöniesstr. 5, I.

Sperlich, Dr. **Adolf**, Professor an der k. k. Lehrerbildungsanstalt und Privatdozent der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Maximilianstr. 23, z. Zt. Leipzig, Pension Anna Stein, Packhofstraße 11—13.

Stahl, Dr. med. **A.**, in **Bayamon** (Portorico).

Stahl, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Jena.**

Stameroff, Dr. **Kyriak**, Dozent der Botanik an der Universität zu **Odessa**, Puschkinskajastr. 8, Wohnung 15.

Steinbrinck, Dr. **C.**, Professor am Realgymnasium in **Lippstadt.**

Steiner, **Rudolf**, k. k. Gymnasiallehrer in **Kaaden**, N. 659, a. d. Eger (Böhmen).

Steyer, Dr. **Karl**, Oberlehrer an der Ernestinenschule in **Lübeck**, Huextertor-Allee 23.

Stoklasa, Dr. **Julius**, Hofrat, Professor und Direktor der Chemisch-physiologischen Versuchsstation der böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Villa Gröbe.

Stoppel, Dr. **Rose**, in **Straßburg i. E.**, Botanisches Institut.

Strasburger, Dr. **Ed.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Bonn.**

Strauß, H. C., Obergärtner am Botanischen Garten in **Dahlem-Steglitz** bei Berlin.

Strigl, Dr. Max, in **Innsbruck**. Universität.

Svedelius, Dr. Nils Eberhard. Privatdozent der Botanik an der Universität in **Uppsala.**

Szücs, Joseph, in **Györ**, Ujvaros, Kossuthstraße 26.

Tahara, Dr. M., in **Tokio**. Botanisches Institut der Universität.

Tansley, A. G., Assistant in the Botanical Department at the University College, in Translay Grantchester **Cambridge.**

Ternetz, Dr. Charlotte, in **Basel**. Feldbergstr. 118.

Tessendorff, Ferdinand, Oberlehrer am Helmholtz-Realgymnasium in Friedenau, **Steglitz** bei Berlin, Grillparzerstraße 16.

Thiele, Dr. Rud., Leiter der Agrikulturabteilung der Schwefelproduzenten, G. m. b. H., in **Hamburg.**

Thomas, Dr. Fr., Professor, emerit. Oberlehrer am Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf**, Hohenlohestr. 14.

Thoms, Dr. Hermann, Professor, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität zu Berlin, in **Steglitz** bei Berlin, Hohenzollernstraße 6.

Thost, Dr. R., in **Groß-Lichterfelde-Ost** bei Berlin, Wilhelmstr. 27.

Thum, Dr. Emil, Gymnasiallehrer zu **Asch** in Böhmen.

Timpe, Dr. H., Oberlehrer in **Hamburg-Eimsbüttel**, Am Weiher 29.

Tischler, Dr. Georg, Professor der Botanik und Assistent am Botan. Institut in **Heidelberg**, Zähringer Straße 12.

Tobler, Dr. Friedrich, Privatdozent der Botanik und Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Münster i. W.**, Langenstraße 17.

Tobler-Wolff, Dr. Gertrud, in **Münster i. W.**, Langenstr. 17.

Toni, Dr. G. B. de, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia", in **Modena.**

Trail, Dr. James W. H., F. R. S., Professor der Botanik an der Universität Aberdeen in **Old Aberdeen**, High Street 71 (Schottland).

Trow, Dr. A. H., Professor in Botany am University College of South-Wales and Monmouthshire in **Penarth**, Cardiff, 50 Clive Place.

Tschermak, Dr. Erich, Edler **v. Seysenegg**, Professor der Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

Tschirch, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharmazeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität in **Bern**.

Tswett, Dr. **Michael**, Professor am Polytechnischen Institut in **Warschau**, Mokotowska 9.

Tubeuf, Dr. **Carl, Freiherr von**, Regierungsrat, Professor der Anatomie, Physiologie und Pathologie der Pflanzen an der Universität in **München**, Habsburger Str. 1.

Uhlworm, Dr. **Oskar**, Professor, Oberbibliothekar, Redakteur des „Zentralblattes für Bakteriologie und Parasitenkunde" in **Berlin W 15**, Hohenzollerndamm 4.

Ulbrich, Dr. **E.**, Assistent am Kgl. Botanischen Museum zu Dahlem, in **Steglitz** bei Berlin, Paulsenstr. 47.

Ule, **Ernst**, Botanischer Forschungsreisender. Adresse: **Manáos**, Consulado allemão, Brasilien. Drucksachen an Herrn Prof. Dr. Harms.

Urban, Dr. **Ign.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Unterdirektor des Botan. Gartens und Bot. Museums in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin, Altensteinstr. 4.

Ursprung, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

Vöchting, Dr. **H. von**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Tübingen**.

Voigt, Dr. **Alfred**, Professor, Assistent am Botanischen Museum in **Hamburg VII**, Wandsbeker Stieg 13.

Volkart, Dr. **A.**, Assistent an der Eidgenössischen Samenkontrollstation in **Zürich IV**, Lindenbachstr. 9.

Volkens, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum in **Dahlem**-Steglitz bei Berlin, Königin-Luise-Str. 6—8.

Voß, Dr. **W.**, Oberlehrer in **Itzehoe** (Holstein), Friedrichstr. 45.

Votsch, Dr. **Wilhelm**, Oberlehrer in **Delitzsch**, Eilenburger Str. 58.

Vouk, Dr. **Valentin**, Demonstrator am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Wien I**.

Wächter, Dr. **Wilhelm**, Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft in **Steglitz** bei Berlin, Düntherstr. 5, p.

Wager, **Harold**, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, in **Leeds** (England), Horsforth Lane, Far Headingley.

Wagner, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck**. Mühlau Nr. 68.

Wahl, Dr. **Carl von**, Großherzogl. Bad. Versuchsanstalt Augustenburg, in **Durlach** (Baden), Moltkestr. 91.

Warburg, Dr. **O.**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Lehrer am Orientalischen Seminar in **Berlin W**, Uhlandstraße 175.

Weber, Dr. **C. A.**, in **Bremen**, Friedrich-Wilhelm-Str. 24.

Weber, Dr. **Friedrich**, in **Wien I**, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

Wehmer, Dr. **C.**, Professor, Dozent an der Technischen Hochschule, Vorstand der Bakteriologischen Abteilung des Technisch-chemischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule in **Hannover**, Alleestr. 35.

Wehrhahn, **W.**, Lehrer in **Hannover**, Im Moore 26.

Weis, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Kopenhagen**.

Weiß, Dr. **Fr. E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester**.

Weiße, Dr. **Arthur**, Professor, Gymnasialoberlehrer in **Zehlendorf** (Wannseebahn) bei Berlin, Annastr. 11.

Went, Dr. **F. A. F. C.**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

Wettstein, Dr. **Richard**, Ritter **von Westerheim**, Professor und Direktor des Botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift in **Wien III**, Rennweg 14.

Wiedersheim, Dr. **Walther**, in **Hennigkofen-Nonnenbach** a. Bodensee (Württemberg).

Wieler, Dr. **A.**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen**, Nizza-Allee 71.

Wiesner, Dr. **Jul.**, Ritter **von**, k. k. Hofrat, emer. Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Wien IX**, Liechtensteinstr. 12.

Wilhelm, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

Willis, **John C.**, Direktor d. Botan. Gartens in **Peradeniya** (Ceylon).

Wilson, **William Powell**, Direktor of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.).

Winkelmann, Dr. **J.**, Professor, in **Stettin**, Pölitzer Straße 85, III.

Winkler, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität in **Tübingen**, Waldhäuserstr. 13.

Winkler, Dr. **Hubert**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botanischen Garten in **Breslau**.

Wirtgen, **Ferd.**, Rentner in **Bonn**, Niebuhrstr. 55.

Wißmann, Apotheker in **Geisenheim** (Rheingau).

Wittmack, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule und an der Universität in **Berlin NW**, Platz am Neuen Tor 1.

Wlodek, **Johann von**, in **Dabrowica**, Post Chrostowa (Galizien).

Wolf, Dr. **Theodor**, in **Dresden-Plauen**, Hohe Straße 62.

Wollenweber, Dr. **W.**, in **Berlin NW 40**, Scharnhorststr. 11.

Wortmann, Dr. **J.**, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der Versuchs- und Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu **Geisenheim a. Rh.**

Wulff, Dr. **Eugen**, in **Moskau**, Sretenka, M. Golowin pereulok 5.

Yamanouchi, Dr. **Shiges**, in **Tokio**, Teachers Techn. College.

Yapp, **R. H.**, Professor am University College in **Aberystwyth** (Wales).

Zacharias, Dr. **E.**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens in **Hamburg**, Sophienterrasse 15a.

Zahlbruckner, Dr. **A.**, Leiter der Botanischen Abteilung des Naturhistor. Hofmuseums in **Wien I**, Burgring 7.

Zander, **A.**, Professor, Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Halensee** bei Berlin, Westfälische Straße 59, III.

Zeijlstra, **Fzn. H. H.**, in **Harlem**, Kleine Houtweg 21c.

Zimmermann, Dr. **Albrecht**, Professor, Botaniker an der Biologischen Station Amani, Poststation **Tanga** (Deutsch-Ostafrika).

Zörnig, Dr. **Heinrich**, Kustos am Pflanzenphysiologischen Institut in **München**, Tengstr. 10, II.

Verstorben.

Arnim-Schlagenthin, Graf von, auf **Nassenheide** in Pommern. Verstarb am 20. August 1910.

Kühn. Dr. **Jul.,** Exzellenz, Wirklicher Geheimer Rat, Professor der Landwirtschaft an der Universität in **Halle a. S.** Verstarb am 14. April 1910.

Seemen, O. von, Professor, Rittmeister a. D., in **Berlin.** Verstarb am 23. Juni 1910.

Treub, Dr. **Melchior,** früher Direktor des Botanischen Gartens in **Buitenzorg** (Java). Verstarb am 3. Oktober 1910.

Register zu Band XXVIII.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

Seite

Sitzung vom 28. Januar 1910 1
(Beschluß der Versammlung, Vertreter zur Sitzung des Berliner Zentralausschusses für die Wald- und Ansiedelungsfrage zu entsenden.)

Sitzung vom 25. Februar 1910 18
(Einladung zur Generalversammlung in Münster i. W.)

Sitzung vom 21. März 1910 61
(Herr P. SORAUER berichtet über seine „Untersuchungen über Gummifluß und Frostwirkungen bei Kirschbäumen".)

Sitzung vom 29. April 1910 81

Sitzung vom 27. Mai 1910 113

Sitzung vom 24. Juni 1910 199

Sitzung vom 29. Juli 1910 279
(Herr G. LINDAU demonstriert *Roccella* von der Florabüste.)

Sitzung vom 28. Oktober 381
(Die Gesellschaft beteiligte sich an der Einweihung des MENDEL-denkmals durch Niederlegen eines Kranzes. — Glückwunsch-adresse an Herrn Prof. THOMAS in Ohrdruf anläßlich seines 70. Geburtstages. — Bericht über die Wahl des Berliner Vorstandes und der Kommissionen für 1911.)

Sitzung vom 25. November 1910 149
(Herr P. LINDNER demonstrierte Pilzkulturen und Aufnahmen solcher nach dem Lumière-Verfahren. — Herr P. SORAUER besprach eine neue Form der Erkrankung der Apfelbäume. — Dankschreiben des Herrn Prof. THOMAS.)

Sitzung vom 30. Dezember 1910 513
(Herr R. KOLKWITZ sprach über „Quantitative Planktonstudien". — Resultate der Wahlen zum Präsidenten, Stellvertreter des Präsidenten, Schatzmeister und zu Ausschußmitgliedern für das Jahr 1911.)

Bericht über die am 14. Mai 1910 in Münster i. W. abgehaltene 27. Generalversammlung . . . . . (1)

Rechnungsablage für das Jahr 1909 . . . . . (6)

Bericht über die III. und IV. Sitzung des „Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht" von F. HÖCK . . . . . (7)

Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . . (35)

Mitgliederliste . . . . . (44)

Seite

2. Nachrufe.

Melchior Treub von K. Goebel . . . . . (21)
Anton Dohrn von H. Graf zu Solms-Laubach . . . . . (31)

---

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Appel, O., und Wollenweber, H. W.: Die Kultur als Grundlage zur besseren Unterscheidung systematisch schwieriger Hyphomyceten. (Mit Tafel XIII und zwei Abbildungen im Text.) 435
Brand, F.: Über die Stiel- und Trichtersporangien der Algengattung *Trentepohlia*. (Mit Tafel IV.) 83
Bubák, Fr.: Eine neue Krankheit der Maulbeerbäume. (Mit Tafel XVI.) 533
Buder, Johannes: Studien an *Laburnum Adami* 188
Correns, C.: Der Übergang aus dem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum bei buntblättrigen und gestreiftblühenden *Mirabilis*-Sippen 418
Czapek, F.: Über Fällungsreaktionen in lebenden Pflanzenzellen und einige Anwendungen derselben 147
— — Versuche über Exosmose aus Pflanzenzellen 159
— — Über die Oberflächenspannung und den Lipoidgehalt der Plasmahaut in lebenden Pflanzenzellen. (Vorläufige Mitteilung.) . . . 480
Docters van Leeuwen-Reijnvaan, J. u. W.: Kleinere cecidologische Mitteilungen. (Mit 9 Figuren im Text.) 169
Dommel, Hans Curt: Über die Spaltöffnungen der Gattung *Euphorbia*. (Mit Tafel III und einer Abbildung im Text.) 72
Dostál, R.: Einige Beobachtungen über die inneren Ergrünungsbedingungen. (Nebst vorläufiger Mitteilung über eine durch Licht veranlaßte Knospenreproduktion.) 193
Faber, F. C. von: Zur Infektion und Keimung der Uredosporen von *Hemileia vastatrix* 138
Figdor, W.: Über Restitutionserscheinungen bei *Dasycladus clavaeformis* 221
Fischer, Hugo: Einige neuere Erfahrungen der Bodenbakteriologie . . . (10)
Galitzky, Katharina, und Wassiljeff, Vera: Zur Atmung der Weizenkeime. (Vorläufige Mitteilung.) 182
Gassner, Gustav: Über Keimungsbedingungen einiger südamerikanischer Gramineensamen. (I. Mitteilung.) 350
— — Über Keimungsbedingungen einiger südamerikanischer Gramineensamen. (II. Mitteilung.) 504
Hanausek, T. F.: Über die Perikarphöcker von *Dahlia variabilis* (W.) Desf. (Mit Tafel I.) 35
Hildebrand, Friedrich: Über Blütenveränderungen bei *Cardamine pratensis* und *Digitalis ferruginea* 296
— — Umänderung einer Blütenknospe in einen vegetativen Sproß bei einem *Phyllocactus*. (Mit einer Abbildung im Text.) 300
Ikeno, S.: Sind alle Arten der Gattung *Taraxacum* parthenogenetisch? 394
Jaccard, P.: Wundholzbildung im Mark von *Picea excelsa*. (Mit Tafel II.) 62
Jamieson, T.: Die Haare von *Stellaria media* und die Stickstoffaufnahme durch die Pflanze 81

Seite

Jensen, P. Boysen: Über die Leitung des phototropischen Reizes in *Avena*keimpflanzen. (Vorläufige Mitteilung.) 118

Kaserer, Hermann: Zur Kenntnis des Mineralstoffbedarfs von *Azotobakter* 208

Korsakow, Marie: Über die Wirkung des Natriumselenits auf die Ausscheidung der Kohlensäure lebender und abgetöteter Hefe . . . 334

Lepeschkin, W. W.: Zur Kenntnis der Plasmamembran. I 91

— — Zur Kenntnis der Plasmamembran. II 383

Lewitzky, G.: Über die Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. (Mit Tafel XVII.) 538

Magnus, P.: Erkrankung des Rhabarbers durch *Peronospora Jaapiana*. (Mit Tafel VII.) 250

— — Ein neuer krebsartige Auswüchse an der Wirtspflanze veranlassender Pilz aus Transvaal. (Mit Tafel XI.) 377

Meyer, Arthur: Die Vorvegetation der Pteridophyten, der Gymnospermen, Angiospermen und Bryophyten. Eine Hypothese. (Mit einer Abbildung im Text.) 303

Modilewski, J.: Weitere Beiträge zur Embryobildung einiger Euphorbiaceen. (Mit Tafel XII.) 413

Neger, F. W.: Ambrosiapilze. III. (Mit Tafel XIV und 4 Abbildungen im Text.) 455

Němec, B.: Der Geotropismus entstärkter Wurzeln 107

— — Über das Schicksal der syndiploiden Kerne und Zellen 113

Nestler, A.: Zur Kenntnis der Lebensdauer der Bakterien 7

Nordhausen, M.: Über die Wechselbeziehung zwischen Inflorescenzknospe und Gestalt des Stützblattes bei einigen Weidenarten. (Mit einer Textfigur.) 203

— — Über die Haarbildungen der Fasergrübchen und Konceptakeln von *Fucus vesiculosus*. (Mit zwei Figuren im Text.) 288

Ostenfeld, C. H.: *Thorosphaera*, eine neue Gattung der Coccolithophoriden. (Mit einer Abbildung im Text.) 397

Palladin, W.: Zur Physiologie der Lipoide. (Vorläufige Mitteilung.) . . 120

Pascher, A.: Über einige Fälle vorübergehender Koloniebildung bei Flagellaten. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit Tafel IX.) 339

Porodko, Theodor: „Über den Chemotropismus der Wurzel." (Vorläufige Mitteilung.) 50

Porsch, Otto: *Ephedra campylopoda* C. A. Mey., eine entomophile Gymnosperme. (Mit einer Abbildung im Text.) 404

Prianischnikow, D. (Referent), und **Schulow, J.:** Über die synthetische Asparaginbildung in den Pflanzen. 253

Reinhard, A.: Zur Frage über die Salzwirkung auf die Atmung der Pflanzen 451

Rosen, Felix: Über Bastarde zwischen elementaren Species der *Erophila verna*. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit einer Abbildung im Text und Tafel VI.). 243

Rosenberg, Anna: Über die Rolle der Katalase in den Pflanzen. (Vorläufige Mitteilung.). 280

Ross, Hermann: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Biologie deutscher Gallbildungen. I. (Mit 9 Textfiguren.). 228

Seite

Schaffnit, Ernst: 1. *Merulius domesticus* und *silvester*, Arten oder Rassen? 2. *Merulius domesticus* Falck im Freien 200

Schroeder, H.: Über den Einfluß von Außenfaktoren auf die Koleoptilenlänge bei *Oryza sativa* und einigen anderen Gramineen 38

Schtscherback, Johannes: Über die Salzausscheidung durch die Blätter von *Statice Gmelini*. (Vorläufige Mitteilung.) 30

Schulow siehe **Prianischnikow.**

Schulz, A: Einige Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens. I. 126

— — Einige Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens. II. 213

Schuster, Julius: Über einen Fall von Bakterien-Plasmoptyse. (Mit 4 Textfiguren.) 488

Schuster, Walther: Zur Kenntnis der Aderung des Monocotylenblattes. (Mit Tafel VIII.) 268

Schweidler, Jos. Heinr.: Der Grundtypus der Cruciferen-Nektarien. (Vorläufige Mitteilung.) 524

Sperlich, Adolf: Untersuchungen über Blattgelenke von Menispermaceen. (Vorläufige Mitteilung.) 57

Spisar, Karl: Beiträge zur Physiologie der *Cuscuta Gronovii* Willd. . . . 329

Steinbrinck, C.: Über die physikalische Verwandtschaft der pollenschleudernden *Ricinus*-Anthere mit den sporenschleudernden Farn- und *Selaginella*-Kapseln 2

— — Weiteres über den Kohäsionsmechanismus von Laubmoosblättern. (Mit 3 schematisierten Figuren.) 19

— — Über die Ursache der Krümmungen einiger lebender Achsenorgane infolge von Wasserverlust. (Erste Mitteilung.) (Mit 3 Textfiguren.) 549

Tobler, Gertrud und Friedrich: Untersuchungen über Natur und Auftreten von Carotinen. (Mit Tafel X.) 365

— — Untersuchungen über Natur und Auftreten von Carotinen. II. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 496

Urban, I.: Zwei neue Loasaceen von Sto. Domingo. (Mit einer Textfigur und Tafel XV.) 515

Wassiljeff siehe **Galitzky.**

Wehmer, C.: Notiz über *Rhizopus*-Arten 547

Weiße, Arthur: Über die Umänderung von Blütenknospen in vegetative Sprosse bei Kakteen 100

Werner, Elisabeth: Der Bau des Panzers von *Ceratium hirundinella*. (Mit Doppeltafel V.) 103

Winkler, Hans: Über das Wesen der Pfropfbastarde. (Vorläufige Mitteilung.) 116

Wittmack, L.: Verwendung von *Sisymbrium*-Samen in Chile 77

— — Botanische Untersuchungen der Florabüste von Leonardo da Vinci 78

Wollenweber siehe **Appel.**

Wulff, E.: Über Heteromorphose bei *Dasycladus clavaeformis* 264

Zaleski, W.: Über die Rolle der Reduktionsprozesse bei der Atmung der Pflanzen. (Vorläufige Mitteilung.) 319

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I zu **T. F. Hanausek**, Erklärung auf Seite 37.
Tafel II zu **P. Jaccard**, Erklärung auf Seite 71.
Tafel III zu **H. C. Dommel**, Erklärung auf Seite 76.
Tafel IV zu **F. Brand**, Erklärung auf Seite 90.
Tafel V zu **E. Werner**, Erklärung auf Seite 107.
Tafel VI zu **F. Rosen**, Erklärung auf Seite 250.
Tafel VII zu **P. Magnus**, Erklärung auf Seite 253.
Tafel VIII zu **W. Schuster**, Erklärung auf Seite 277.
Tafel IX zu **A. Pascher**, Erklärung auf Seite 350.
Tafel X zu **G.** und **F. Tobler**, Erklärung auf Seite 376.
Tafel XI zu **P. Magnus**, Erklärung auf Seite 380.
Tafel XII zu **J. Modilewski**, Erklärung auf Seite 417.
Tafel XIII zu **O. Appel** und **H. W. Wollenweber**, Erklärung auf Seite 448.
Tafel XIV zu **F. W. Neger**, Erklärung auf Seite 480.
Tafel XV zu **I. Urban**, Erklärung auf Seite 523.
Tafel XVI zu **Fr. Bubák**, Erklärung auf Seite 537.
Tafel XVII zu **G. Lewitsky**, Erklärung auf Seite 546.

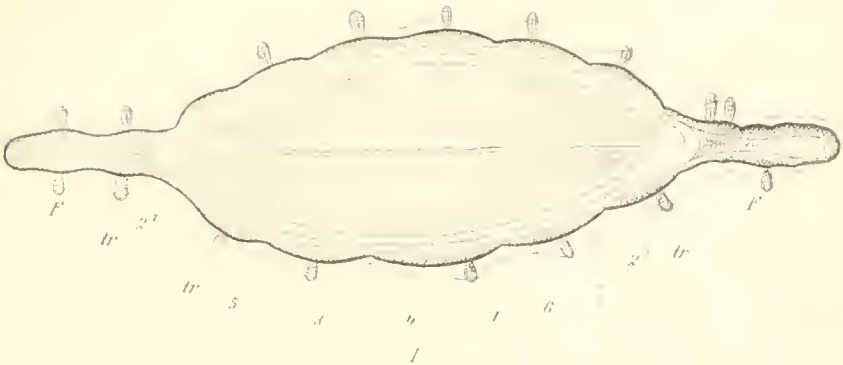
Übersicht der Hefte.

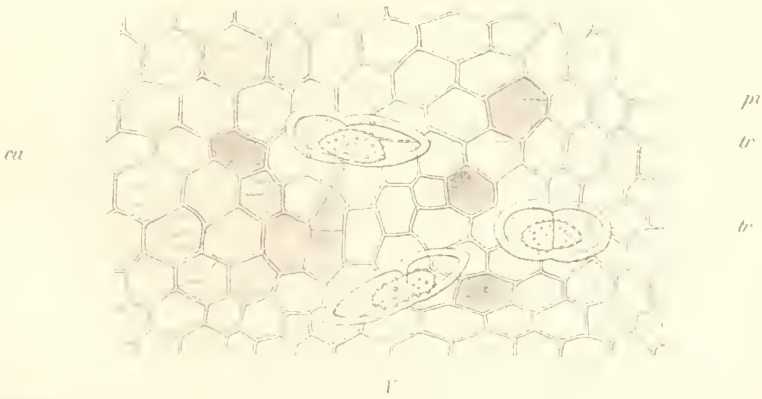
Heft 1 (S. 1—16), ausgegeben am 24. Februar 1910.
Heft 2 (S. 17—60), ausgegeben am 19. März 1910.
Heft 3 (S. 61—80), ausgegeben am 28. April 1910.
Heft 4 (S. 81—112), ausgegeben am 26. Mai 1910.
Heft 5 (S. 113—198), ausgegeben am 23. Juni 1910.
Heft 6 (S. 199—278), ausgegeben am 28. Juli 1910.
Heft 7 (S. 279—380), ausgegeben am 12. September 1910.
Heft 8 (S. 381—448), ausgegeben am 24. November 1910.
Heft 9 (S. 449—512), ausgegeben am 29. Dezember 1910.
Heft 10 (S. 513—562), ausgegeben am 26. Januar 1911.
1. Generalversammlungsheft [S. (1)—(20)] ausgegeben am 12. Juli 1910.
2. Generalversammlungsheft [S. (21)—(79)] ausgegeben am 10. März 1911.

Berichtigungen.

S. 550 Zeile 11 von unten lies Imbibitionskräfte statt Imbilitionskräfte.
S. 555 Fußnote lies S. 553 statt S. 11.
S. 558 Zeile 20 von oben lies: so finden wir wie bei statt so finden wir bei.
S. 562 Zeile 1 von oben lies *Brachythecium* statt *Buchythecium*.
S. (20) Zeile 5 von oben lies MAASSEN und F. MÜLLER statt MAASSEN und BEHN

tr
IV
III
II


f
tr
z¹
tr
5
3
4
1
6
z
tr
f
I


ca
pi
tr
tr
V

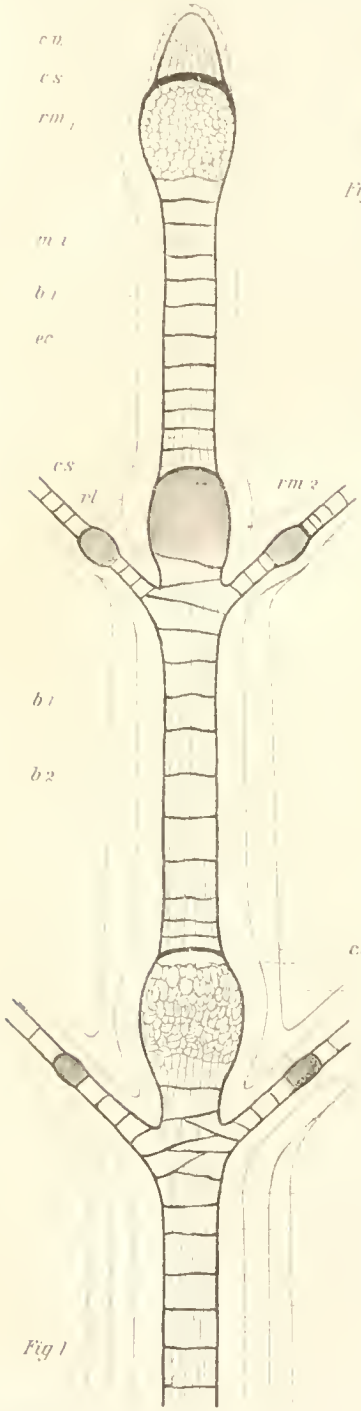


Fig 1

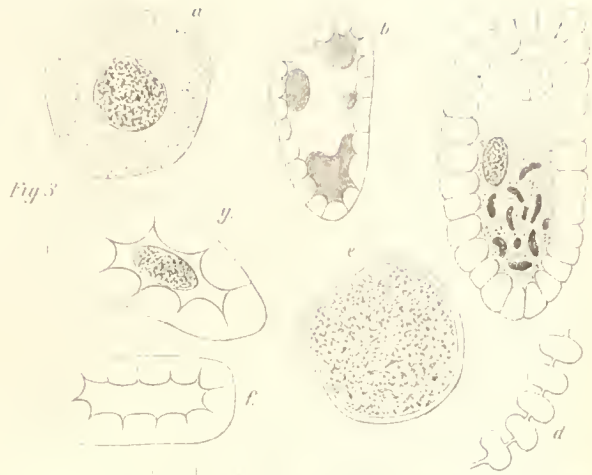


Fig 3

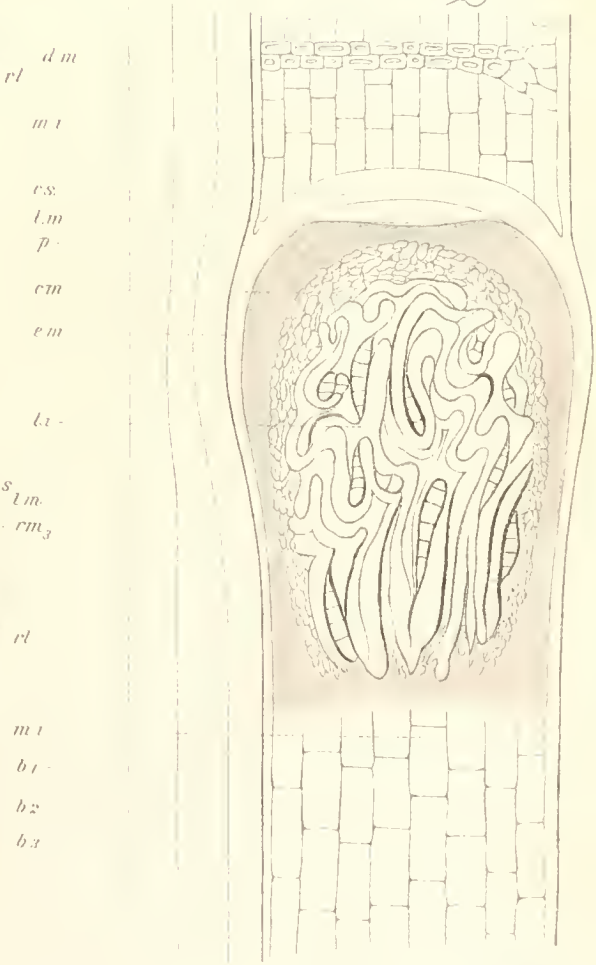
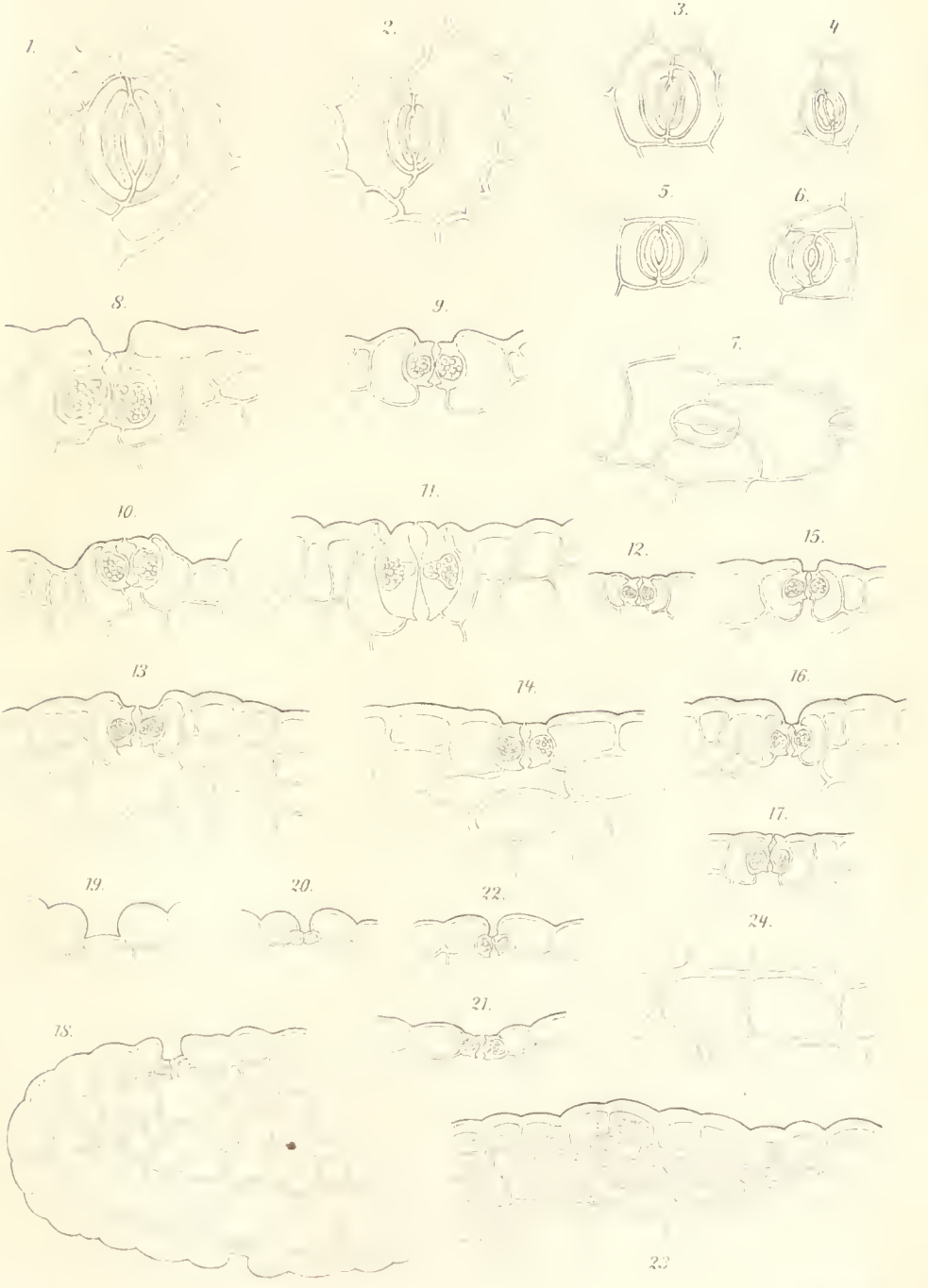


Fig 2


1.
2.
3.
4
5.
6.
8.
9.
7.
10.
11.
12.
15.
13
14.
16.
17.
19.
20.
22.
24.
21.
18.
23

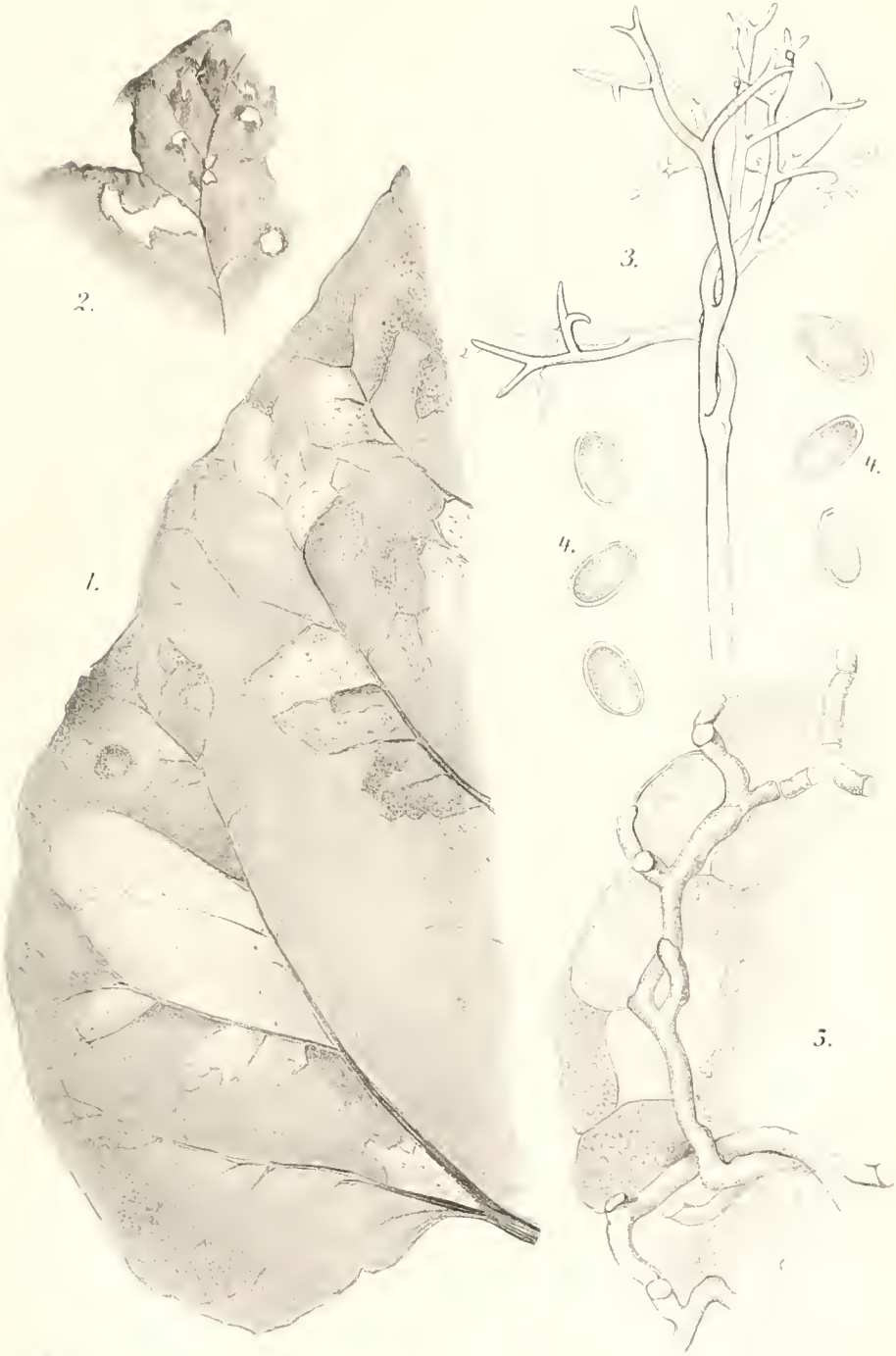
sp
t
2
3
sp
t
t
t
6
1
t
sp
sp
t
4.
5.
t
t
7
8.
9
10.
12.
11
sp
ar
ar
st
13
23.
sp
or
ar
24.
t
mr
ar
mr
16
t
17.
25.
14
sp
mr
t
t
15
18
19
20.
21.
22.
26.

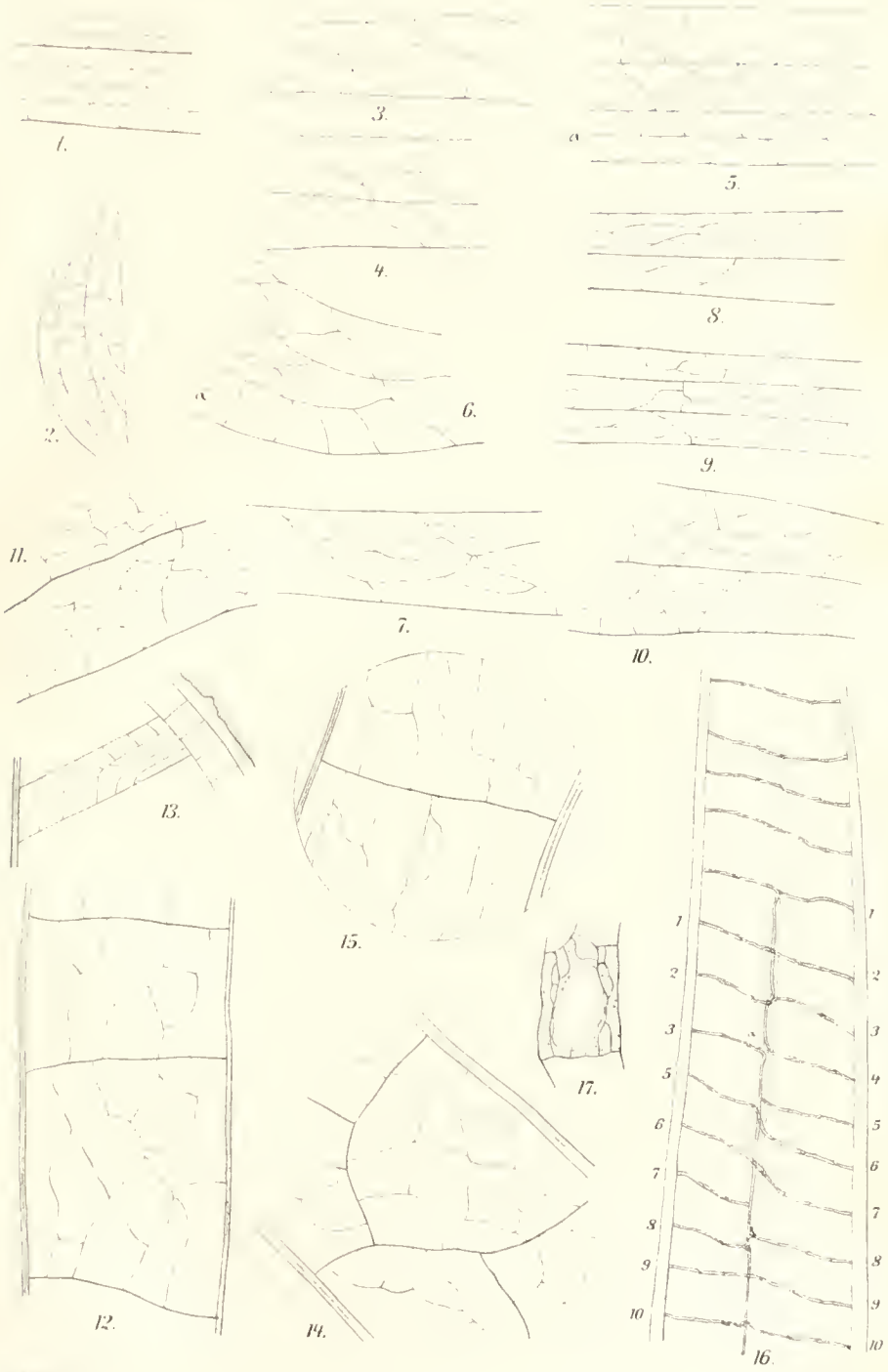
Fig. 1

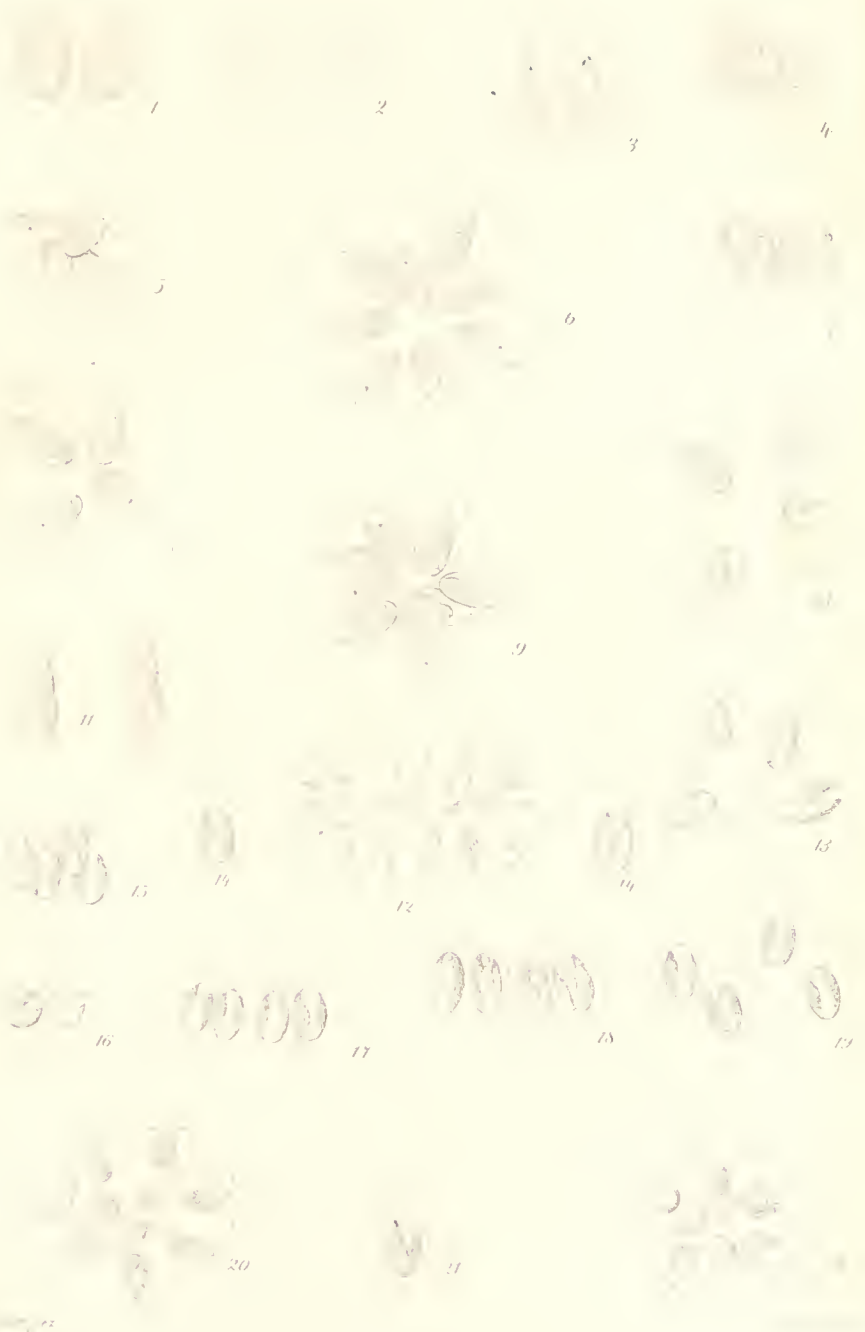
Fig. 2

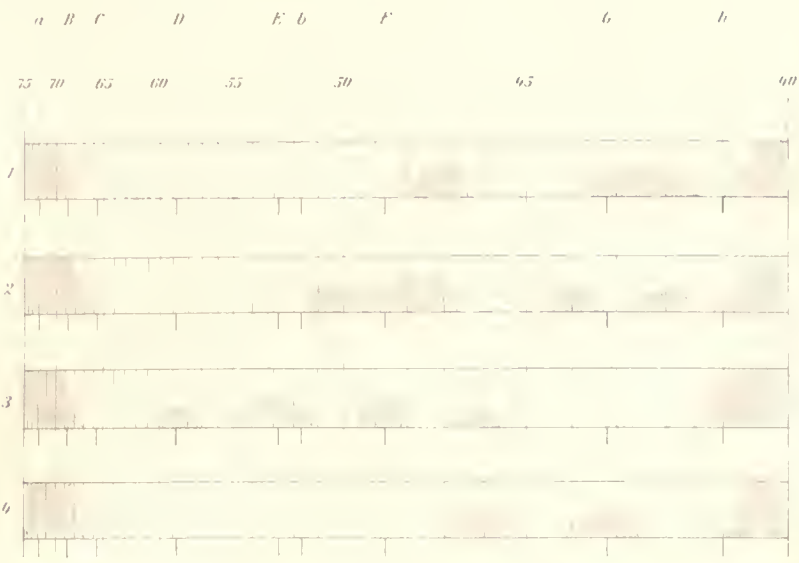
Fig. 3

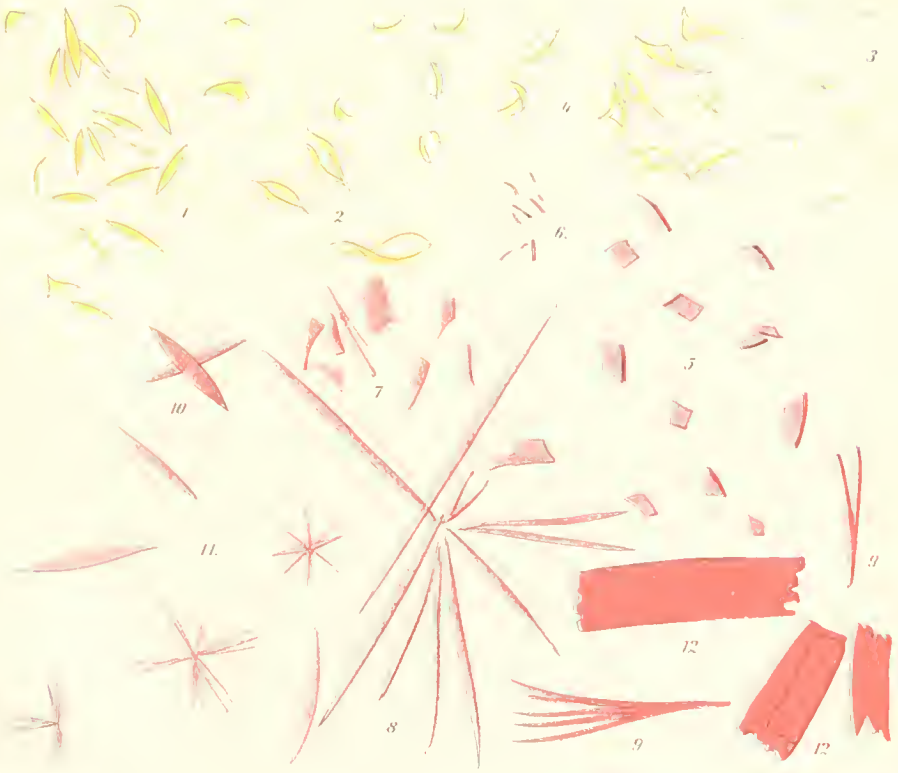
F. Rosen del. et phot.

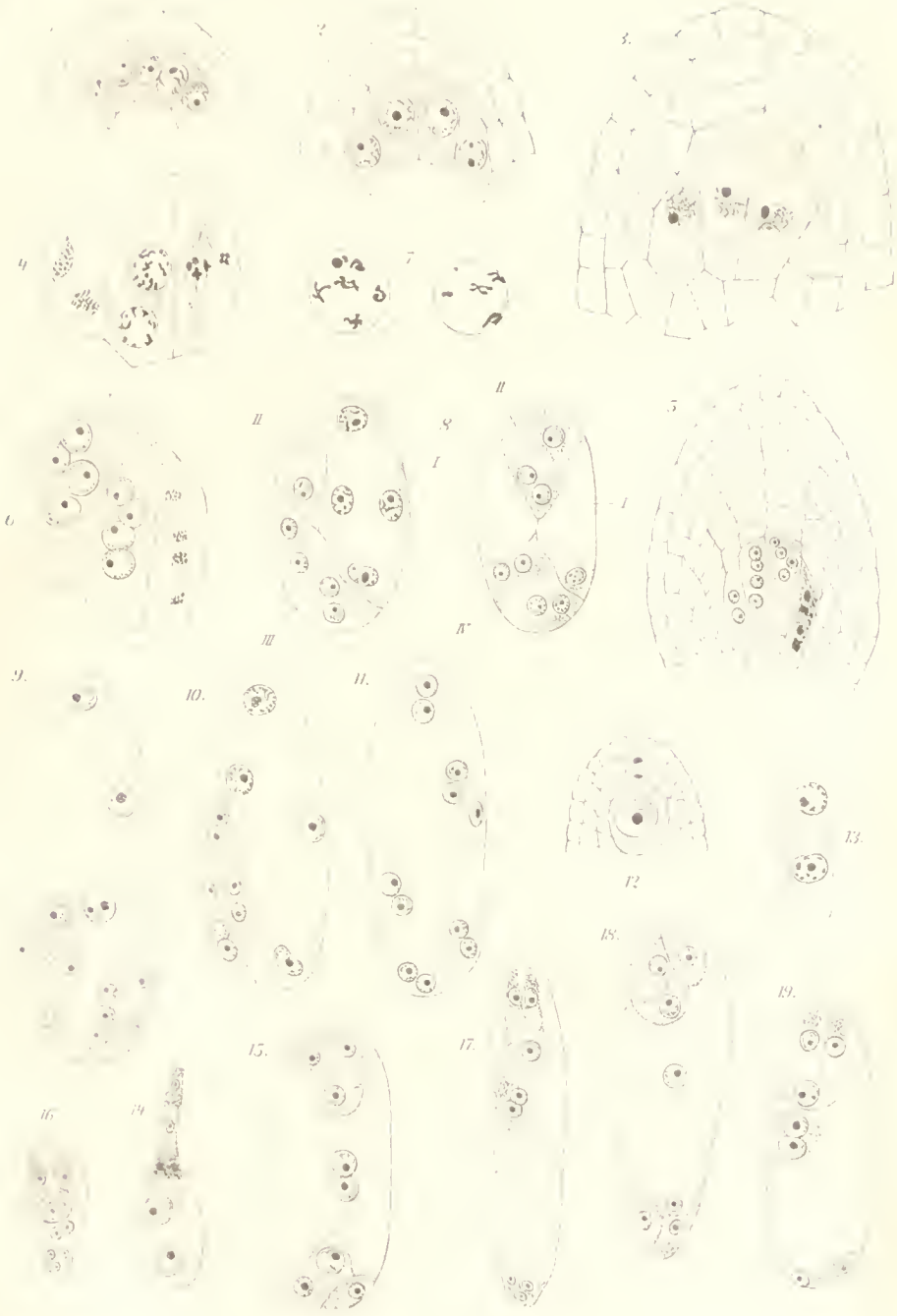

2.
3.
4.
4.
1.
5.


1.
3.
a
5.
4.
8.
2.
a
6.
9.
11.
7.
10.
13.
15.
17.
1
2
3
5
6
7
8
9
10
12.
14.
16.


1
2
3
4
5
6
9
11
13
15
14
12
16
17
18
19
20
21


a B C D E b F G b
75 70 65 60 55 50 45 40
1
2
3
4


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12


1.
2.
3.
4.
7.
II
6.
II
I
III
IV
5.
9.
10.
11.
12.
13.
18.
19.
15.
17.
16.
14.

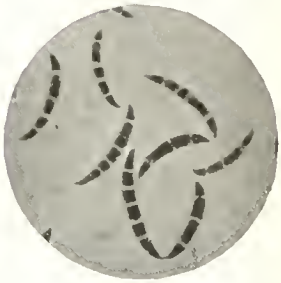
1

2

3

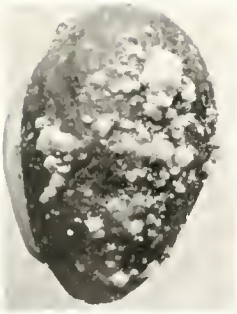
4

6



5

7

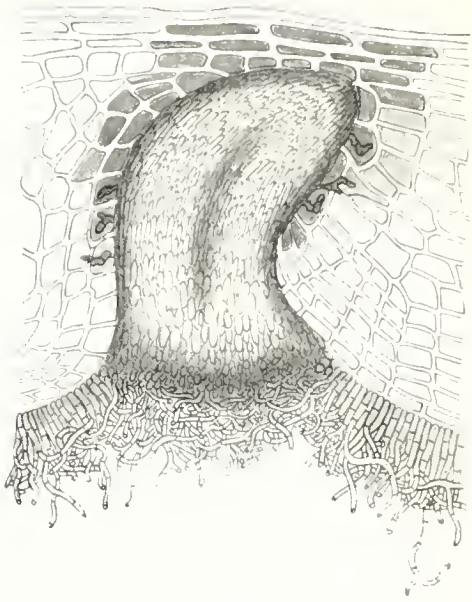


8

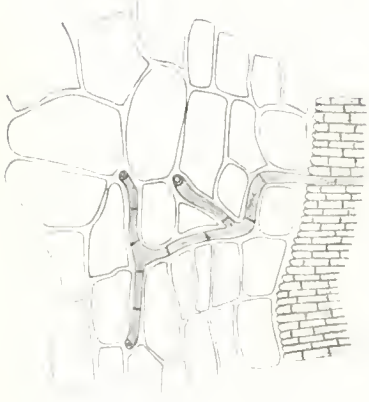
10

9

1



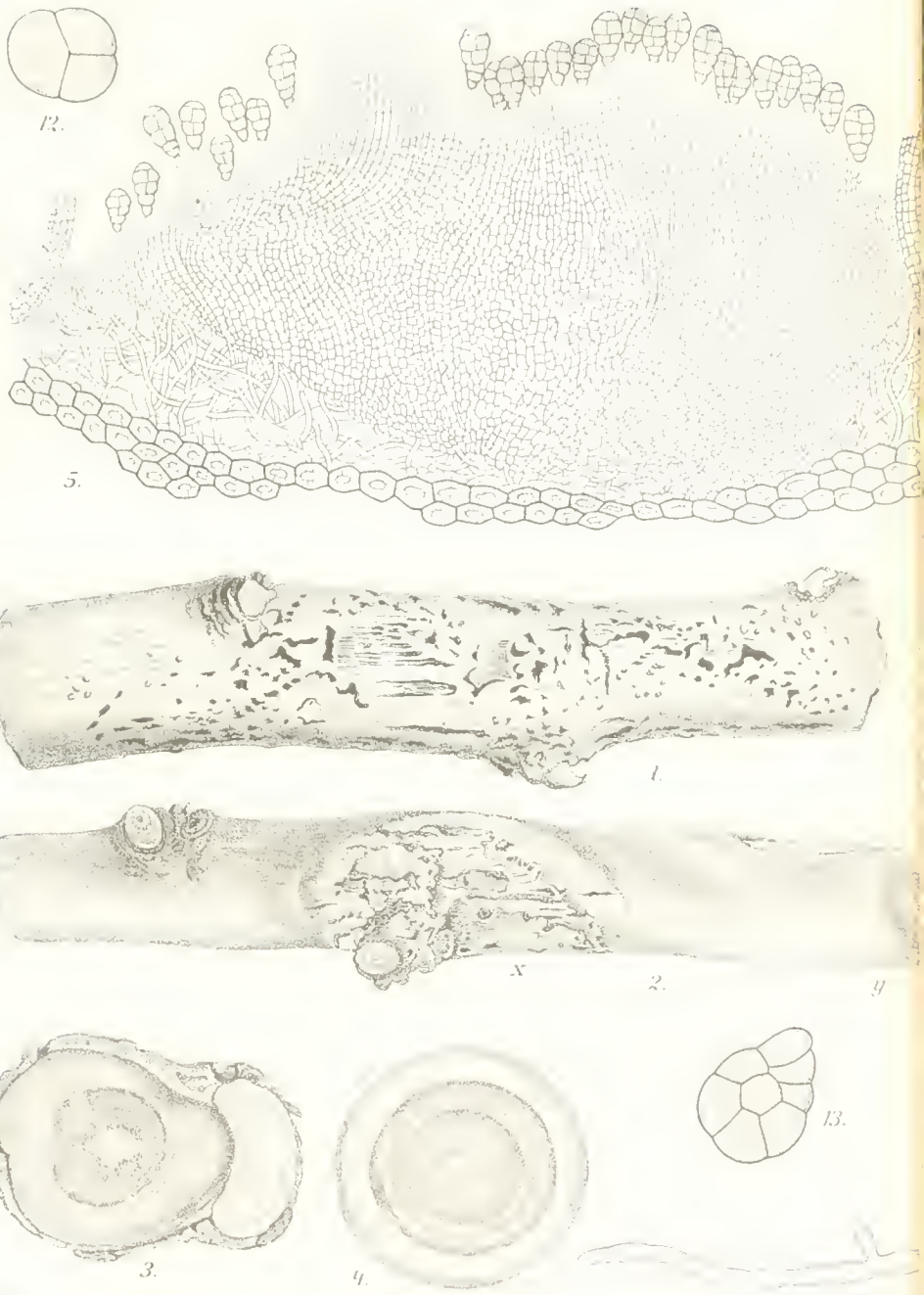
2

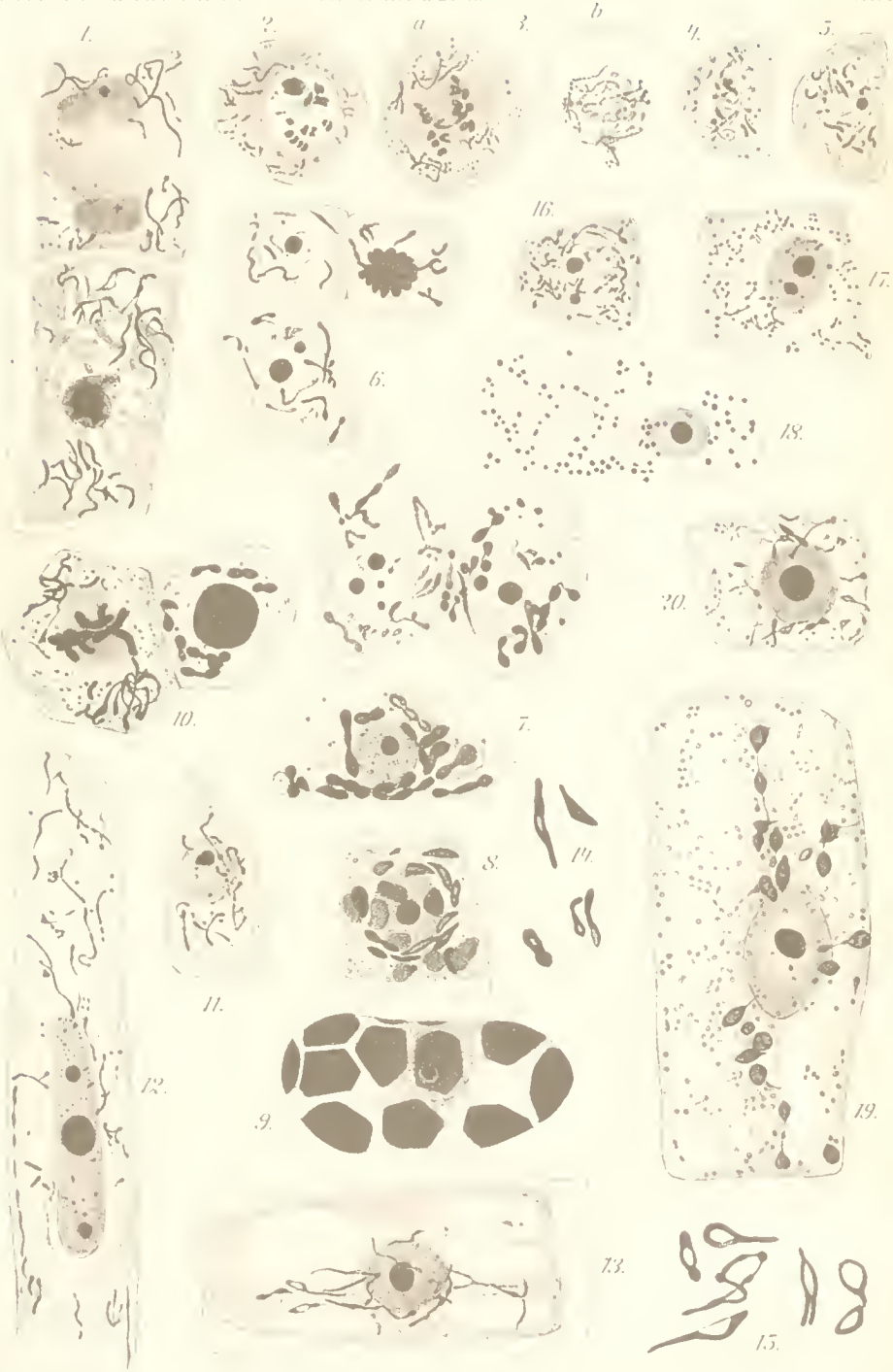


3

4

5.
5/1.
8.
6/1.
5/1.
4.
4/1.
6.
8/1.
3.
7.
6/1.
2.
4/1.
1/1.
1.
10.
50/1.
120/1.
9.
80/1.
11.
180/1.
90/1.
50/1.
12.


12.
5.
1.
x
2.
4
3.
4.
13.


1.
2.
a
3.
b
4.
5.
16.
17.
6.
18.
20.
10.
7.
11.
8.
14.
12.
9.
19.
13.
15.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00259 1723